

# மரபணு

ஐசக் அசிமோவ்

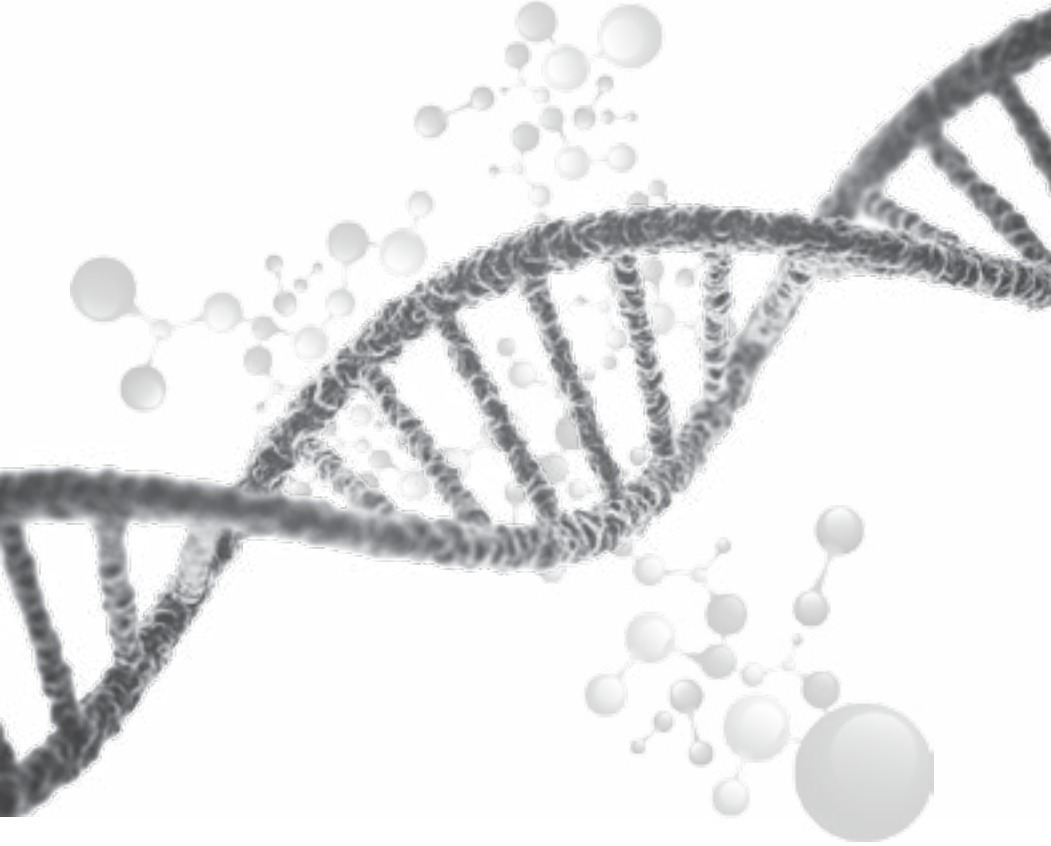


தமிழில்  
சந்தியா கணேசன்



# மரபணு

ஐசக் அசிமோவ்



தமிழில்

சுந்தியா கணேசன்

அறிவியல் அறிவோம் - (26)

How do we find out about GENES

By Isaac Asimov

தலைப்பு: மரபணு

தமிழில்: சந்தியா கணேசன்

பதிப்பு வருடம்: 2018

அட்டை படம் மற்றும் புத்தக வடிவமைப்பு: Designers point, Chennai

அச்சு:

விலை: ரூ.50.00



Learn and Educate

வெளியீடு

தூறல் புக்ஸ்

# 69, Pillayar koil street, R.V.Nagar,  
Jafferkhanpet, Chennai – 600083.

Ph: 044 24892018

thooralbooks@gmail.com, www.thooralbooks.com



## பதிப்புரை

தூறல் புக்ஸ் அறிவியல் நூல் வழியாக பதிப்பக துறையில் தன் முதல் அடியை எடுத்து வைக்கின்றது. குழந்தைகளுக்கான தரமான நூல்களை தரமான விலையில் கொண்டு சேர்க்கும் முயற்சியில் தூறல் புக்ஸ் தன் இயக்கத்தை செயல்படுத்தி வருகிறது.

அறிவியல் மேதை ஐசக் அசிமோவ் தன் அறிவியல் கட்டுரைகள் மூலம் இவ்வுலகிற்கு மிக சிறந்த பங்களிப்பை ஆற்றியுள்ளார். அவரின் ஆக சிறந்த கட்டுரைகளை தொகுத்து தமிழில் சிறு சிறு நூல்களாக வெளியிட்டுள்ளோம். அதன் ஒரு சிறந்த நூல் உங்கள் கைகளில் இப்போது தவழ்கிறது.

இந்நூலை தமிழில் கொண்டு வருவதில் தன் மிக முக்கிய பங்கினை ஆற்றிய “பிராஜக்ட் கிளேடோஸ்கோப்” குழுவினருக்கு எங்கள் மனமார்ந்த நன்றியினை தெரிவித்து கொள்கிறோம்.

### பிராஜக்ட் கிளேடோஸ்கோப் (Project Kaleidoscope)

பிராஜக்ட் கிளேடோஸ்கோப் என்ற இந்த திட்டம் இந்தியன் இன்ஸ்டிடியூட் ஆஃப் டெக்னாலஜி, மெட்ராஸ் (IIT madras) மூலம் இயங்கக்கூடியதும் பேராசிரியர் சீனிவாச சக்கரவர்த்தியின் மேற்பார்வையில் செயல்பட்டுக்கொண்டிருக்கும் ஒரு கனவு திட்டமாகும். இத்திட்டத்தின் நோக்கமானது ஆங்கில அறிவியல் நூல்கள் நம் தாய் மொழியில் எளிய நடைமுறையில் மொழி பெயர்க்கப்பட்டு சிறந்த நூல்களாக அனைவருக்கும் பயன்படக்கூடிய வகையில் கொண்டு சேர்ப்பதாகும். இவர்களின் பிற மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் கீழ்கண்ட வளைதளங்களில் காணலாம்.

[www.arvindguptatoys.com](http://www.arvindguptatoys.com)

<http://kaleidoscopetamil.blogspot.se/>

இந்நூல்களின் மொழிபெயர்ப்புகள் மற்றும் சீராய்வுகள் அனைத்தும் தன்னார்வர்களால் உருவாக்கப்பட்டது. இந்நூல்களின் தயாரிப்புகளுக்கு MHRD மூலம் நிதி ஆதாரம் பெறப்பட்டுள்ளது.

வருங்காலத்தில் நீங்களும் தரமான அறிவியல் நூல் தயாரிப்புகளில் தங்களை ஈடுபடுத்திக் கொள்ள விரும்பினால் தொடர்பு கொள்ளுங்கள்,  
[iitm.project.kaleidoscope@gmail.com](mailto:iitm.project.kaleidoscope@gmail.com) (தொலைபேசி: +91 44 2257 5125).

## மொழி பெயர்ப்பாளரை பற்றி

### சந்தியா கணேசன்

தமிழ், ஆங்கிலம் ஆகிய இரண்டு மொழிகளிலும் ஆர்வம் கொண்டவர். இவர் சென்னையில் ஒரு மாண்புமிகு பள்ளியில் 5-7 வயதுக்குட்பட்ட குழந்தைகளுக்கு ஆசிரியராகக் கடந்த ஆறு ஆண்டுகளாகப் பணி புரிகிறார். இதற்கு முன், 15 ஆண்டுகள் கார்ப்பரேட் செக்டரில் கன்ஸல்டன்ட் ஆகப் பணியாற்றியவர். இவர் மொழி, கலை, அறிவியல் முதலிய துறைகளில் மிகுந்த ஆர்வம் கொண்டவர். ஓய்வு நேரங்களில் படிப்பதும், எழுதுவதும் இவர் பொழுதுபோக்குகள்.

## 1. மெண்டெலும் பட்டாணித் தாவரங்களும்

குழந்தைகள் பொதுவாக உருவத்திலும், தோற்றத்திலும் பெற்றோர்களை ஒத்திருப்பதை நாம் அறிவோம். குழந்தை ஒரு சில பண்புகளில் தன் தாயையும், ஒரு சில பண்புகளில் தன் தகப்பனையும் ஒத்திருக்கும். சகோதர சகோதரிகள் புறத்தோற்றத்தில் அதிகமாக ஒருவரை ஒருவர் ஒத்திருப்பதும் சகஜமே.

உயரமான தாய் தந்தையரின் குழந்தைகளும் உயரமாக இருப்பார்கள். தாய், தகப்பன் இருவரில் ஒருவருக்கு நீல நிறக்கண்கள் அமைந்திருந்தால், குழந்தைக்கும் நீல நிறக் கண்கள் அமைய வாய்ப்பு அதிகம். மாநிறமான தோலுடைய பெற்றோர்க்கு மாநிறத் தோலுடைய குழந்தைகள் பிறப்பார்கள்.

இவ்வகையான புறத்தோற்றத்தையொத்த பண்புகள் மரபு வழி வந்தவை. இது மனிதர்களுக்கு மட்டுமல்லாது, தாவரங்களுக்கும் விலங்குகளுக்கும் பொருந்தும். இளம் உயிரினங்கள் அனைத்துமே தங்கள் பெற்றோர்களை ஒத்தவை தான். மாமரத்திலிருந்து நாய்களோ மாடுகளோ பிறப்பதில்லை. சிப்பிக்குள்ளிலிருந்து புல்லும் களையும் வருவதில்லை. ஏன்? இரு பீகிள் நாய்கள் ஒரு டாஷுண்டுக்கோ அல்லது போமரேனியனுக்கோ பிறப்பு அளிப்பதில்லை.

பண்புகள் மரபு வழியாக ஒரு தலைமுறையிலிருந்து இளைய தலைமுறைக்கு எவ்வாறு வந்து சேர்கின்றன? இதைப் புரிந்து கொள்வது சுலபம் இல்லை. அதுவும், மனித இனத்தில். தனி மனிதன் ஒவ்வொருவனும் பல்வேறு அம்சங்களில் வேறுபட்டவனாக இருக்கிறான். அத்தனைப் பண்புகளையும் அலசி ஆராய்ந்து, எவை எம்மரபு வழியில் வந்தவை என்று புரிந்து கொள்வது சாத்தியமல்ல. அதிலும், ஒருவனுடைய குழந்தைப் பருவத்திலிருந்து, அவன் வாழ்க்கையில் அவனைச் சார்ந்த குணாதிசயங்கள் அனைத்தையும் அறிந்து, அவன் தன் தோற்றத்திலோ, நடத்தையிலோ பெற்றோர்களைப் போலவா என்பதைப் புரிந்து கொள்ள ஒரு ஜன்மகாலம் வேண்டும். பலதரப்பட்ட மனிதர்களிடத்தில் இந்த சோதனையை நடத்தினால்

தான் ஒரு சில தகவல்களாவது புலனாகும். ஒன்று அல்லது இரண்டு தாய்-தந்தை-சேய் தொகுப்பில் போதிய தகவல்கள் கிடைக்கமாட்டா.

மேலும், சோதனை அல்லது ஆய்வு செய்து பார்க்கவும் முடியாது. நீளமான மூக்கை உடைய ஒருவரை சப்பையான மூக்கை உடைய ஒருத்தியை மணக்கச் செய்து, குழந்தையின் மூக்களவை நிர்ணயித்து, மரபு வழிப் பண்புகளைப் புரிந்து கொள்ள முடியுமா? பின்னர், குட்டையான மூக்கைக் கொண்ட ஆண்மகன் ஒருவனை நீளமான மூக்கைக் கொண்ட பெண்ணை மணக்கச் செய்து, மூக்களவு வேறுபடுகிறதா என்று பார்ப்பது தான் இயலுமா? மணமாகிக் குழந்தைகள் உள்ளவர்களுக்குள் குறிப்பிடத்தக்கதாகத் தோன்றும் மூக்குகளையும், அவற்றின் அளவுகளையும் கண்டறிய வேண்டியது தான்! அதற்குமே மிக நீண்ட காலம் ஆகும்.



க்ரெகொர் ஜோஹான்  
மெண்டெல் (1822-1884)

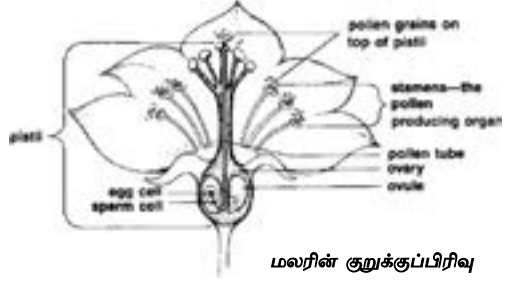
குறைந்தபட்சம் 100 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர், க்ரெகொர் ஜோஹான் மெண்டெல் என்ற ஆஸ்திரியா நாட்டைச் சேர்ந்த துறவி ஒருவர் இருந்தார். அவர் 1822-1884 காலத்தில் வாழ்ந்தவர்.

மெண்டெல் ஒரு உயர் நிலைப் பள்ளி ஆசிரியராகத் தான் விரும்பினார். ஆனால், அந்த வேலையைப் பெறுவதற்கு, அவர் ஒரு தேர்வில் தேர்ச்சி பெற வேண்டியிருந்தது. அவர் மூன்று முறை தோல்வியுற்றார். இதனால், மிகவும் ஏமாற்றமடைந்தார். தோட்டம் வளர்ப்பது அவர் பொழுதுபோக்காக இருந்ததால், அதில் மும்முரமாக ஈடுபட்டார். தாவரவியல் ஆராய்ச்சி அவருக்குப் பிடித்ததாகவும் இருந்தபடியால், அது சம்பந்தப்பட்ட ஆய்வில் தன்னை ஆழ்த்திக் கொண்டார்.

ஒரு நாள் அவர் மனதில் ஒரு யோசனை எழுந்தது. 1857ம் ஆண்டில் அவர் தாவரங்கள் வளர்த்து, மரபணுக்கள் எவ்வாறு

ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மற்றொரு தலைமுறைக்கு பரிமாறிக் கொள்கின்றன என்று அறிய முனைந்தார். செடிகளும், தாவரங்களும் ஒரே இடத்தில் இயக்கமில்லாமல் இருப்பதால், இந்த ஆய்வை எளிதாகச் செய்யமுடியும் எனக் கருதினார். செடிகள் வளர்ப்பதும், மிருகங்கள் வளர்ப்பதை விட எளிதான காரியம்தானே!

தாவரங்கள் பூக்களில்  
தங்கள் 'செக்சு செல்களை'  
(பால் செல்கள்)  
உற்பத்தி செய்கின்றன.  
பெரும்பாலான பூக்களின்  
நடுவில், நடுமையத்தில்  
முட்டை செல் (egg cell)



மலரின் குறுக்குப்பிரிவு

கூடிய மலர் சூலகம் (pistil) ஒன்று இருக்கும். ஒரு செடியிலிருந்து விந்துவுடன் கூடிய மகரந்தத் துகள்களை எடுத்து, மற்றொரு செடியின் சூலகத்துடன் சேர்க்கலாம். இதைத் தாவரவியல் நிபுணர்கள் 'அயன் மகரந்தச் சேர்க்கை' என்று கூறுவர். மகரந்தத் துகள் சூலகத்தின் மேல் வந்து விழும்போது, ஒரு குழாய் வழியாக விந்துவைச் செலுத்தும். ஓவியூலில் (ovule) உள்ள முட்டையுடன், கீழே வந்த விந்து சேர்ந்து கருத்தரித்தலை நிகழ்த்தும். கருத்தரிப்புக்குப் பிறகு ஓவியூல்கள் விதைகளாக மாறிவிடும். இவ்விதைகளை நாம் பயிராக்க முடியும். தாவரங்கள் வளர்ந்த பின்னர், இவற்றை முந்தைய தலைமுறைத் தாவரங்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கலாம்.

ஒரு செடியின் ஒரு மலரிலிருந்து மகரந்தத் துகளை எடுத்து, அதே செடியின் சூலகத்தில் தூவலாம். இது சுயமகரந்தச் சேர்க்கை ஆகும். இவ்வகைக் கருத்தரித்தல் மூலமாக வரும் விதைகள் ஒரே ஒரு பெற்றோரைக் கொண்டது. இது ஆய்வை மேலும் எளிதாக்கும். இவ்வாறு எட்டு வருடங்களுக்கு மெண்டெல் பட்டாணிச் செடிகளை வெவ்வேறு விதமாக வளர்த்து, கருத்தரித்து ஆய்வு செய்தார்.

முதலில், உயரம் அதிகமில்லாத குட்டையாக வளரும் பட்டாணிச் செடிகளை வளர்த்தார். இவை வெறும் ஒன்றரை அடி உயரமே வளரக்கூடியவை. அவர் சுய மகரந்தச் சேர்க்கையின் மூலம் அதிகமாக இவற்றை வளர்த்து, விதைகள் வந்ததும், அவற்றை விதைத்தார். எல்லா விதைகளும் குட்டையான செடியையே அளித்தன. இதை 'breeding true' அல்லது 'உண்மையான இனப்பெருக்கம்' என்பர்.

அதன் பிறகு அவர் உயரமாக வளரும் தன்மையுடைய பட்டாணிச் செடிகளை வளர்த்தார். இவை 6-7 அடி உயரம் வரை வளரக்கூடியவை. அவர் இவற்றை ஒன்றுக்குள் ஒன்று சுயமகரந்தச் சேர்க்கை மூலம் இணையச் செய்தார். அதன் விதைகளை நட்டு வளர்த்தார். இவற்றில் சில விதைகள் தலைமுறைக்கு தலைமுறை உயரமான செடிகளையே அளித்தன. உண்மை இனப்பெருக்கத் தன்மையையும் அவை வெளிப்படித்தின. மற்ற பட்டாணிச் செடிகள் சீராக ஒவ்வொரு முறையும் உயரமான செடிகளை அளிக்கவில்லை. அவற்றுள் நான்கில் மூன்று பங்கு உயரமான செடிகளாகவும் ஒரு பங்கு குள்ளமான செடிகளாகவும் வளர்ந்தன.

மெண்டெல் ஆச்சரியப்பட்டார். உயரத்தைப் பொறுத்தவரை கிட்டத்தட்ட அனைத்து பட்டாணிச் செடிகளுமே ஒரே சீராக வளர்ந்தன. பின், ஒரு சில செடிகள் அனைத்துப் பண்புகளிலும் ஒத்திருப்பதும், மற்றவை சில பண்புகளில் மட்டுமே ஒத்திருப்பதற்கும் காரணம் என்ன?

அவர் இன்னொரு சோதனையைச் செய்தார். இம்முறை 'அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையின்' மூலம் செடிகளை வளர்த்தார். உயரமாகவும், உண்மை இனப்பெருக்கத்தை நிரூபிப்பதாகவும் உள்ள பட்டாணிச் செடிகளிலிருந்து எடுத்த மகரந்தத் துகளை குட்டையாக வளரும் செடிகளின் சூலகத்துடன் சேர்த்தார். அதேபோல, குள்ளமாக வளரும் செடிகளிலிருந்து மகரந்தத்தை உயரமானவற்றுடன் கருத்தரித்தார். இப்பொழுது உருவாகும் விதைகளுக்கு இரண்டு பெற்றோர்கள்

இருப்பார்கள் அல்லவா? ஒருவர் உயரம், ஒருவர் குள்ளம்! இதன் விளைவு என்னவாக இருக்கும். சில செடிகள் உயரமாகவும், மற்றவை குள்ளமாகவும் அமையுமா அல்லது அனைத்துச் செடிகளுமே நடுத்தர உயரம் உள்ளவை ஆக இருக்குமா?

ஆய்வின் பதில்கள் மெண்டெலை மேலும் வியப்படையச் செய்தன. குள்ளமாகவோ நடுத்தர உயரமாகவோ ஒன்று கூட இல்லை. ஒவ்வொரு விதையும் உயரமான செடியையே ஈன்றது. இரு பெற்றோர்களும் உயரமாக இருந்திருந்தால், பிறப்பிக்கப்படும் குழந்தைச் செடிகள் எவ்வளவு உயரமாக இருந்திருக்குமோ, அதே அளவு உயரமாக இருந்தன. உயரம் குன்றியிருக்கும் பண்பு சிறிதளவும் தென்படவில்லை.

பின்னர், மெண்டெல் இந்த உயரமான செடிகளை எடுத்து சுயமகரந்தச் சேர்க்கையின் மூலம் கருத்தரித்தார். அவற்றில் ஒன்று கூட உண்மையான சீரான பண்புகளைக் காண்பிக்கவில்லை. அத்தனை விதைகளில் நான்கில் மூன்று பங்கு உயரமாகவும், ஒரு பங்கு குள்ளமானதாகவும் வளர்ந்தன.

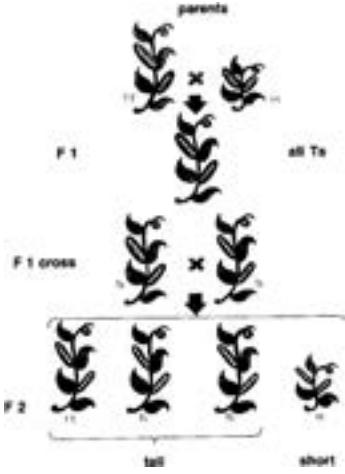


புருன், ஆஸ்திரியாவில் மெண்டெலின் தோட்டம்

குள்ளமாக வளரும் பண்பு அடியோடு மறையவில்லை. மீண்டும் வந்துவிட்டதே! ஒரு தலைமுறையில் அது காணவில்லை என்பது மட்டும் தான் உண்மை.

அடுத்த தலைமுறையில் மீண்டும் வெளிப்படுத்தப்பட்டது.

மெண்டெல் இதைப் புரிந்துகொள்ள முயன்றார். ஒவ்வொரு செடியினுள்ளும் இரண்டு காரணிகள் இருந்துகொண்டு, புறத்தோற்றமும் பண்புகளும் மரபு வழியாக எவ்வாறு தன்னிடம் வந்தடைந்துள்ளன என்பதைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. இவ்விரு காரணிகள் இரண்டு



பெற்றோர்களிடமிருந்து வருவன ஆகும். ஆனாலும், இவை யாவை, எங்ஙனம் செயல்படுகின்றன என்று மெண்டெலுக்குப் புரியவில்லை.

அவர் உயரத்தைத் தருவிக்கும் காரணிக்கு 'T' என்றும், குள்ளத்தைத் தரும் காரணிக்கு 's' என்றும் பெயரிட்டார்.

இதன்படி, குள்ளமான செடியில் இரண்டு காரணிகளுமே 's' ஆக இருக்கக் கூடும் என்பதால் 'ss' என்று அழைத்தார். 'ss' செடி உருவாக்கும் ஒவ்வொரு விந்துவும் 'T' அல்லது 's'

இரண்டில் ஒன்றைக் கொண்டிருக்கும். அதே போல், ஒவ்வொரு முட்டையும் ஒரு 's' -ஐக் கொண்டிருக்கும்.

அயன் மகரந்தச் சேர்க்கையில் குள்ளமான இரண்டு செடிகளின் விந்துவும் முட்டையும் இணையும்பொழுது, அதிலிருந்து விளையும் விதையானது, விந்துவிலிருந்து ஒரு 's' காரணியையும், முட்டையிலிருந்து ஒரு 's' காரணியையும் பெறும். விதை 'ss' -ஆக உருவாகும். இதிலிருந்து வரும் செடி குள்ளமான வர்க்கத்தைச் சேர்ந்ததாக இருக்கும். இது அனைத்து 'ss' செடிகளுக்கும் நிகழும், இதனால் இவை உண்மையான இனப்பெருக்கத்தைக் காண்பிக்கும்.

இதேபோல், உயரமான பட்டாணிச் செடி தன் உயரத்திற்கு இரண்டு 'T' காரணிகளைக் கொண்டிருக்கலாம். அது உருவாக்கும் ஒவ்வொரு விந்துவும் முட்டையும் 'T' -ஆக இருக்கும். இதனால் விதை 'TT' -ஆக உருவாகும். விதையிலிருந்து முளைக்கும் செடிகளும் 'TT' -ஆக உருவாகி, உயரமான உண்மையான இனப்பெருக்கத்தையே அளிக்கும்.

பின்னர், குட்டையான செடியின் விந்துவும் உயரமான செடியின்



முட்டையும் இணைவதாக எடுத்துக் கொள்வோம். விந்து 's' முட்டை 'T'-யுடன் இணைந்து, விதை 'sT' -ஆக உருவாகும். உயரமான செடியின் விந்துவும் குள்ளமான வகையின் முட்டையும் இணையும்பொழுது, விதை 'Ts' -ஆக உருவாகும். எந்த வகையில் இணைந்தாலும் Ts, sT உயரமான செடிகளையே உருவாக்கும். 'T' மேலாதிக்க மரபணுவாகத் திகழ்ந்து, 's' மரபணுவின் இருப்பைக் குன்றச் செய்து விடும். உயரம் 'T' மேலாதிக்கப் பண்பாகவும் (dominant gene), குள்ளம் 's' 'recessive' என்று சொல்லப்படும் ஒடுங்கிய பண்பாகவும் விளங்கும்.

உயரமான செடி ஒன்றைப் பயன்படுத்தி (sT or Ts), சுயமகரந்தச் சேர்க்கையின் மூலம் புதிய செடிகள் உற்பத்தி செய்வதாக வைத்துக்கொள்வோம். உருவாக்கும் விந்து S அல்லது T காரணி கொண்டதாக விளங்கும். ஏறக்குறைய 50% விந்துகள் 'T' காரணி உடையதாகவும், மற்றவை 's' காரணி உடையதாகவும் உருவாகும். முட்டைகளைப் பொறுத்தவரை, இதுவே தான் நிகழும்.

இப்பொழுது விந்துக்களையும், முட்டைகளையும் இணைத்தோமேயானால் ஒவ்வொரு 'T' விந்துவும் முட்டை 'T' அல்லது 's' உடன் இணைந்து TT அல்லது Ts விதையை உருவாக்கும். ஒவ்வொரு s விந்துவும் முட்டை 'T' அல்லது 's' உடன் இணைந்து sT அல்லது ss விதைகளை உருவாக்கும்.

இதன்படி, ஒரே அளவில் நான்கு வகையான விதைகள் உருவாகும். இவை TT, Ts, sT, ss என்பன ஆகும். TT, Ts, sT விதைகள் உயரமான பட்டாணிச் செடிகளாகவும், ss குள்ளமான செடிகளாகவும் வளரும். மொத்தத்தில் நான்கில் மூன்று பங்கு உயரமான செடிகளாகவும், ஒரு பங்கு குட்டையான வகையாகவும் திகழும். TT, ss வகைகள் உண்மையான இனப்பெருக்கங்களாகவும், Ts, sT செடிகள் உயரமாக இருந்தாலும், உண்மையான இனப்பெருக்கங்களாக அனைத்து விதங்களிலும் ஒன்றையொன்று ஒத்ததாக இல்லாமலும் திகழும்.

மெண்டெல் இதே சோதனையை, உயரம் அல்லாத மற்ற பண்புகளைப்

பற்றி கண்டறியவும் நிகழ்த்தினார். பண்புகளின் கலவைகளையும் ஆராய்ந்தார். பூவின் நிறம், விதையின் நிறம், விதை சுருங்கல் என்று பல குணாதிசயங்களையும், விதை நிறம்-உயரம் போன்ற பண்புக் கலவைகளையும் ஆராய்ந்தார். பச்சை விதை- உயரம், பச்சை விதை- குள்ளம், மஞ்சள் விதை- உயரம், மஞ்சள் விதை- குள்ளம் என்பவை குறிப்பிடத்தக்கவை. எந்தச் செடிகள் இரு பண்புகளிலும் உண்மையான இனப்பெருக்கத்தைக் காண்பிக்கும் என்பதையும், எவை எவை எவ்வகை அளவுகளில் வெளிப்படுத்தப்படும் என்பதையும் துல்லியமாக விளக்கினார்.

இவை அனைத்தையும் தக்கமுறையில் ஆய்ந்து எழுதிமுடித்த பின்னரே, மெண்டெலுக்கு மற்ற விஞ்ஞானிகள் தன் ஆய்வை மதிப்பார்களா என்ற சந்தேகம் எழுந்தது. அவர் வெறும் துறவி. பெரிய ஞானியும் அல்ல. ஆசிரியராகப் பணி புரிவதற்கான தேர்வில் கூட அவரால் தேர்ச்சி பெற முடியவில்லை.

இதனால் அவர் சற்றே பின் வாங்கி, தன் ஆய்வின் தகவல்களை ஒரு பிரபலமான தாவரவியல் விஞ்ஞானிக்கு அனுப்ப தீர்மானித்தார். அவர் இதை ஆமோதித்தால் அவரே கூட தன் ஆராய்ச்சியைப் பிரபலமாக்குவார் என்று நம்பினார்.

இதன்படி மெண்டெல் கார்ல் வில்ஹெல்ம் வான் நகேலி (1817-1891) என்ற சுவிட்ஜர்லாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த விஞ்ஞானிக்கு அனுப்பினார். வான் நகேலி மிகவும் பிரபலமான விஞ்ஞானியாகத் திகழ்ந்தவர். உலகின் பல பகுதிகளிலிருந்தும் விஞ்ஞானிகள் தங்கள் ஆய்வுகளையும் அவற்றின் தகவல்களையும் இவருக்கு அனுப்புவர். வான் நகேலி மெண்டெலின் ஆய்வையும் இவற்றில் ஒன்றாகக் கருதி, ஒதுக்கியிருக்கலாம்.

அவர் மெண்டெலின் கடிதத்தை அவரிடமே திருப்பி அனுப்பி வைத்தார். மெண்டெல் மனம் ஓடினார். 1865-69ல் மெண்டெல் மற்றொரு முறை முயற்சித்து, ஒரு விஞ்ஞான இதழில் தன் ஆய்வின்

தகவல்களைப் பிரசுரித்தார். ஆனால் மற்ற விஞ்ஞானிகள் இதில் சிறிதும் ஆர்வம் காட்டவில்லை.

மெண்டெல் அதன் பிறகு தன் ஆய்வை விட்டுவிட்டார். தன் ஆசிரமத்தின் மடாதிபதியாகி, பெரும் தொண்டாற்றினார். அவர் 1884-ம் ஆண்டு மரணமடைந்தார். வான் நகேலியும் 1891-ம் ஆண்டில் காலமானார்.

மெண்டெல் தன் ஆய்வின் தகவல்கள் இவ்வளவு பிரபலமாகும் என்று நினைத்திருக்க மாட்டார். வான் நகேலி பல குறிப்பிடத்தக்க ஆய்வுகளைச் செய்திருந்தாலும், கடைசியில் அவர் மக்கள் ஞாபகத்தில் நிற்பது மெண்டெலின் ஆய்வை ஒதுக்கி, அதற்குத்தகுந்தபடி முக்கியத்துவம் கொடுக்காமல் போனதற்குத் தான்.

மெண்டெல் மறைந்து, 30 ஆண்டுகளுக்கும் மேல் ஒரு விஞ்ஞானியும் அவர்தம் ஆய்வைச் சட்டை செய்யவில்லை.

#### மேலாதிக்கப் பண்பு

#### ஒடுங்கிய பண்பு



beardless

barley



bearded



normal

mice



waltzing



2-chambered fruit

tomatoes



many-chambered fruit



white wool

sheep



black wool

## 2. டீவ்ரீஸும் பிறழ்வுகளும்

தலைமுறைக்குத் தலைமுறை பாரம்பரிய இயல்புகள் கடத்தப்படுவது, எப்பொழுதும் நாம் எதிர்பார்ப்பதுபோல அமைவதில்லை. தாவரங்களும் விலங்குகளும் முழுமையாகத் தங்களை ஒத்த சந்ததிகளை எப்பொழுதும் தருவதில்லை.

சில சமயங்களில் பெற்றோரின் பண்புகளை, தங்கள் சகோதர சகோதரிகளின் பண்புகளை ஒற்றி இல்லாமல் வித்தியாசமான பண்புகளுடன் சந்ததிகள் உருவாகுகின்றன - மரபுவழிப் பண்புகளின் பரிமாற்றக் காரணிகளில் ஏதோ தவறு நடந்துவிட்டது போல.

ஆராய்ந்து பார்க்கும்பொழுது, சந்ததியின் புறத்தோற்றத்திலேயே மாற்றங்களும் ஊனங்களும் தென்படும். குழந்தை வெகு நாள் உயிர் வாழ்வதும் இல்லை. இரண்டு தலைகளையுடைய கன்றுகள், ஆறு விரல்களைக்கொண்ட குரங்கு என்று பலவிதமாகத் தோன்றும். இவற்றை மக்கள் 'Sports' என்று அழைத்தனர். அதாவது, இயற்கையின் விளையாட்டு போல வழக்கத்திற்கு மாறாக அமைவதையே இவ்வாறு எடுத்துக்கொண்டனர்.

இம்மாதிரியான நிகழ்வுகள் இயற்கையை மீறிய, தெய்வீகமான ஏதோ ஒரு சக்தியைக் குறிப்பதாக அவர்கள் விளக்கம் அளித்தனர். ஊனப்பிறப்புகள் இயற்கைக்கு மாறாக அமைவதால், மற்றும் பல நிகழ்வுகள் இயற்கைக்கு மாறாக வர இருப்பதாகவும், அவற்றுக்கு இது ஒரு முன் எச்சரிக்கை போலவும் கருதினர். பதட்டமடையும் மனப்பான்மை உடையவர்கள் பயம் கொண்டனர். இதனால் 'விளையாட்டு'களை 'monsters' அல்லது 'பூதங்கள்', 'அரக்கர்கள்' என்றும் அழைத்தனர். இலத்தீன் மொழியில் 'monster' என்பதற்கு 'எச்சரிக்கை' என்று பொருள்.

'Sports' பெரும்பாலும் பண்ணை விலங்குகளுக்கிடையே தான் காணப்பட்டது. விவசாயிகளும் பணக்காரர்களுமே இதை கவனித்தனர். மனித இனத்தில் இவை நிகழும்போது, அக்கம்பக்கத்தோர்க்கு கூட

தெரியாத வகையில் மறைத்து வைக்கப்பட்டன.

விஞ்ஞானிகளும் இதற்குப் பெரிய கவனம் செலுத்தவில்லை. 1791-ல் மஸ்ஸாசுசெட்ஸ்-ஐச் (Massachusetts)சேர்ந்த செத் ரைட் என்ற பண்ணையார் தன்னுடைய செம்மறி ஆட்டு மந்தையில் ஒரு குட்டி மிகவும் குட்டையான கால்களுடன் பிறந்திருப்பதைக் கண்டார். குட்டி வளர்ந்து பெரிதான பொழுது, அது வேலியைத் தாண்டி மறுபுறம் செல்லமுடியாமல் பண்ணைக்கு உள்ளேயே மேய்ந்து கொண்டிருப்பதையும் கவனித்தார்.

இதனால் விளைவது நன்மைதானே என நினைத்தார். மற்ற குட்டிகளைப் பிடிப்பதுபோல இதையும் விரட்டிப்பிடித்துத் திரும்ப பண்ணைக்கு அழைத்து வரும் திசைரி சிரமம் இல்லை. இந்த ஆட்டுக்குட்டியைப் பயன்படுத்தி, கட்டுப்பாட்டான இனப்பெருக்கத்தின் மூலம் பல குட்டைக்கால் ஆட்டுக்குட்டிகளைப் பிறப்பித்தார். சில வருடங்களில் இது ஒரு மந்தையாகப் பெருகியது.

ஆயினும் சிறிது சிறிதாக குட்டைக்கால் ஆடுகளின் எண்ணிக்கை குறையத் துவங்கியது. கூடிய சீக்கிரத்தில் இறப்பினால் மந்தையே அழிந்தது. காலப்போக்கில், மீண்டும் குட்டைக்கால் ஆடு ஒன்று நார்வே நாட்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பண்ணையார்கள் மீண்டும் ஆர்வம் கொண்டு அதை மந்தைகளாகப் பெருக்கினர். ஆனால், இந்த நிகழ்வுகள் எதுவுமே விஞ்ஞானிகளின் கவனத்தை ஈர்க்கவில்லை.

1886-ம் ஆண்டு டச் நாட்டைச் சேர்ந்த தாவரவியல் விஞ்ஞானி ஹூகோ டீவ்ரீஸ் (Hugo De Vries) சுவாரசியமான விஷயம் ஒன்றைக் கவனித்தார். அமெரிக்காவில் வளரும் மாலைப் ப்ரிம்ரோஸ் என்று அழைக்கப்படும் தாவரம் நெதர்லாந்தினுள் கொண்டுவரப்பட்டிருந்தது. டீவ்ரீஸ் ஒரு வெற்று நிலப்பரப்பில் இந்தச் செடி அதிக எண்ணிக்கையில் தானாகவே வளர்ந்திருப்பதைப் பார்த்தார். எப்படி இத்தனைச் செடிகள்? எப்பொழுதோ எங்கிருந்தோ அந்த நிலப்பரப்பிற்கு வந்தடைந்த ஓரிரு விதைகளிலிருந்து தான்

இவை உயிர் பெற்றிருக்க வேண்டும் அல்லவா? டீவ்ரீஸ் இவற்றுள் சில சற்றே வேறுபட்டிருப்பதையும் கவனித்தார்.

மாறுபட்டதை 'Sports' அல்லது 'விளையாட்டுகள்' என்று அறிந்து கொண்டார். ஆனால் எதிர்பார்ப்பிற்கு மாறாக இவை செழிப்பாகவே



வளர்ந்தன. அந்தச் செடிகளுள் சிலவற்றைத் தோண்டி எடுத்து, தன் தோட்டத்திற்கு கொண்டு வந்தார். மெண்டெல் பட்டாணிச் செடிகளை வைத்து ஆய்வு நிகழ்த்தியது போலவே இவரும் பல சோதனைகளைச் செய்தார். இதில் வியப்பு என்னவெனில் டீவ்ரீஸ் மெண்டெலைப் பற்றி எதுவுமே அறிந்திருக்கவில்லை.

டீவ்ரீஸ், வழக்கமாக மாலை ப்ரிரம்ரோஸ் செடிகள் தம் பெற்றோர்களை ஒத்த சந்ததிகளையே அளித்தாலும்,

அவ்வப்போது இளஞ்செடிகள் மாறுபட்டு விளங்குவதைக் கண்டார். அவர் இதற்குப் 'பிறழ்வு' அல்லது 'mutation' என்று பெயர் அளித்தார். இலத்தீன் மொழியில் 'mutation' என்ற சொல்லுக்கு 'மாறுதல்' என்று பொருள். அன்று முதல் 'Sports', 'monsters' என்ற பெயர்கள் மாறி 'mutation', 'பிறழ்வு' என்ற சொல் விஞ்ஞானிகள் வழக்கத்தில் வந்தது.

டீவ்ரீஸும் தன் ஆய்வுகளில், மெண்டெல் கண்டறிந்த பெரும்பான்மையான விஷயங்களைக் கண்டறிந்தார். அவர், தன் ஆய்வின் தகவல்களை மிகவும் துல்லியமாக ஆவணம் செய்து, விதைகளுள் ஒரு தொகுப்பில் எத்தனை பங்கு பெற்றோரின் பண்புகளை



ஹூகோ டீவ்ரீஸும் அவரின் மாலைப் பிரிரம்ரோஸ்களும்

ஒத்ததாகவும், எத்தனை பங்கு மாறுபட்டதாகவும் விளங்குகின்றன என்பதை அறிந்து வகைப்படுத்தினார். மெண்டெலின் விளக்கத்தைப் போலவே, இவரும் ஒவ்வொரு செடியின் பண்புகளும் குணாதிசயங்களும் இரண்டு காரணிகளால் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன என்று விளக்கினார். காரணிகளில் ஒன்று விந்துவைப் பொறுத்ததும், மற்றொன்று முட்டையைப் பொறுத்ததும் ஆகும். இவை, ஒரு விதமான சீரற்ற, தன்னிச்சையான வகையில் ஒன்றோடொன்று சேர்கின்றன எனவும் விளக்கினார்.

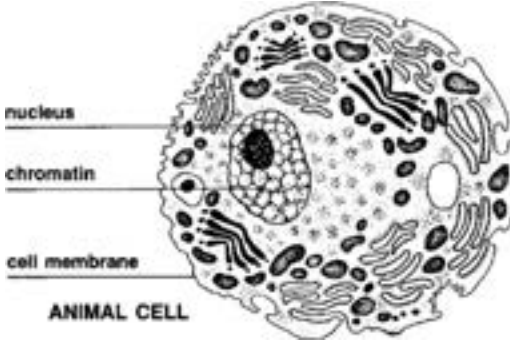
1900-ம் ஆண்டு அவர் மரபுவழி பண்பு பரிமாற்றக் கோட்பாடுகளைத் தான் கண்டறிந்த வகையில் உலகிற்கு அறிவித்தார்.

டிவ்ரீஸ் அறியாத தாவரவியல் விஞ்ஞானிகள் இருவர், தங்கள் தனிப்பட்ட ஆய்வுகளின் அடிப்படையில் டிவ்ரீஸின் கண்டுபிடிப்புகளையொத்த தகவல்களையே கிட்டத்தட்ட அதே சமயத்தில் அறிவிக்க ஆயத்தமாயினர். இவர்கள் ஜெர்மனி நாட்டைச் சேர்ந்த கார்ல் எரிக் காரென்ஸ் என்பவரும், ஆஸ்திரிய நாட்டைச் சேர்ந்த எரிக் ஷெர்மார்க் என்பவரும் ஆவர்.

விஞ்ஞானிகள் மூவருமே தங்கள் ஆய்வுகளையும் தகவல்களையும் பிரசுரிப்பதற்கு முன், அதுவரை கண்டறியப்பட்டவற்றை விஞ்ஞானப் பத்திரிகைகள் மூலம் அறிந்திருந்தனர். அரை நூற்றாண்டுக்கும் முன்னரே மெண்டெல் இதே வகையான ஆய்வுகளைச் செய்து, இந்தத் தகவல்களை மிகவும் துல்லியமாகக் கண்டறிந்திருந்தார் என்பது எவ்வளவு வியப்பை அளித்திருக்கும் என்று நாம் கற்பனை செய்து பார்த்துக்கொள்ளலாம்.

விஞ்ஞானிகள் மூவரும் 1900-ம் ஆண்டு தத்தம் ஆய்வுத் தகவல்களை பிரசுரித்தனர். ஒவ்வொருவரும் மெண்டெலையும் அவர் ஆய்வுகளையும் மிகுதியாக ஆமோதித்தனர். இதனால்தான் இதை நாம் இன்றும் மெண்டெலின் கோட்பாடுகள் என்றே அழைக்கிறோம். இது மெண்டெலின் காலத்திற்கு மிகவும் பின்னரே ஆகும்.

### 3. ஃபிளமிங்கும் குரோமோஸோம்களும்



விலங்கின் உயிரணு

இதற்கிடையில், 1800-களில் விஞ்ஞானிகள் தாவரங்கள், விலங்குகள் சம்பந்தப்பட்ட ஆய்வில் மிக தீவிரமாக ஈடுபட்டு இருந்தனர். தாவரங்கள் மற்றும் விலங்கினங்களின் உள் மற்றும் வெளி உடல் உறுப்புகளைப் பற்றி முனைப்புடன் ஆய்வுகள் நடத்திக்

கொண்டிருந்தனர். வெறுங்கண்களால் பார்க்க இயலாதவற்றை, நுண்ணோக்கிகளைக் கொண்டு கண்டறிய முற்பட்டனர். அனைத்து உயிரினங்களிலுமே வெறுங்கண்களுக்குத் தெரியாத, நுண்ணோக்கியை கொண்டு மட்டுமே பார்க்கக்கூடிய கட்டமைப்புகள் இருப்பதை கவனித்தனர். இந்த கட்டமைப்புகளுக்கு 'செல்கள்' (உயிரணுக்கள்) என்று பெயரிட்டனர்.

உயிரணுக்கள், விலங்குகளைவிடத் தாவரங்களில் மேலும் தெளிவாகக் காணப்பட்டன. 1838-ல் மத்தயஸ் ஜேகப் ச்லைடன் (1804-1881) என்னும் ஜெர்மனி நாட்டைச் சேர்ந்த தாவரவியல் நிபுணர், தன் ஆராய்ச்சியின் அடிப்படையில், எல்லாத் தாவரங்களும் அடிப்படை நிலையில் முழுக்க முழுக்க உயிரணுக்களால் ஆனவை என்று அறிவித்தார். செல்கள் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று மெல்லிய சுவர்களால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இவையே தாவரங்களின் அடிப்படைக் கட்டிடத் தொகுதிகள் ஆகும்.

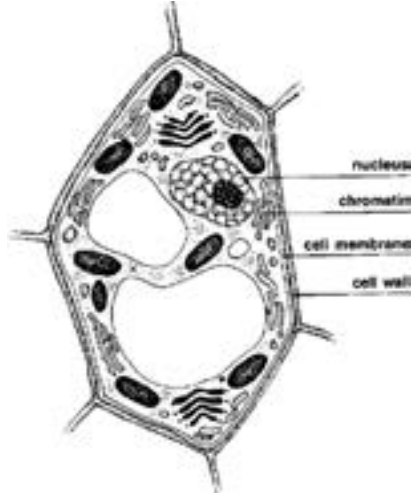
அதற்கு அடுத்த வருடம், மற்றொரு ஜெர்மன் உயிரியல் விஞ்ஞானி, தியோடோர் ஷ்வான் (1810-1882) அந்த யோசனையை மேலும் விரிவு படுத்தினார். அவர், தாவரங்கள் மட்டுமல்லாது, விலங்கினங்களும் கூட அடிப்படை நிலையில் உயிரணுக்களால் ஆனவை என்றும்,



விலங்குகளில் செல்களைப்/உயிரணுக்களைப் பிரிக்கும் சுவர்கள் மேலும் பல மடங்குள் மென்மையானவை என்றும் விளக்கினார். ச்லைடன், ச்வான் - இருவரின் விளக்கங்களுமே சரியானவையாக இருந்தன. இதுவே 'செல் தத்துவம்' அல்லது 'உயிரணு தத்துவம்' என்று அழைக்கப்பட்டது.

1845-ம் ஆண்டு, கார்ல் வான் ஸீபோல்ட் (1804-1885) என்ற ஜெர்மன் விஞ்ஞானி வெகு நுண்ணிய உயிரினங்கள் கூட குறைந்த பட்சம் ஒரு உயிரணுவாவது கொண்டிருக்கும் என்று ஊகித்தார்.

வெறுங்கண்களால் பார்க்கக்கூடிய அளவு பெரிய உயிரினங்கள் அனைத்தும் பலதரப்பட்ட, பல்வேறு வகைப்பட்ட செல்களால் ஆனவை. மேற்கூறியவற்றை 'ஒற்றை செல் உயிரினங்கள்' என்றும், இவற்றைப் 'பல்செல் உயிரினங்கள்' எனவும் அழைத்தார். உயிரினம் எத்துணை பெரியதோ, அத்துணைக்கத்துணை நிறைய செல்களையும் கொண்டதாகும்.



செடியின் உயிரணு / தாவர உயிரணு

பல செல் உயிரினங்கள் வளர்வதே

செல்களின் எண்ணிக்கையை அதிகரித்துக் கொண்டே போவதன் அடிப்படையில் தான் என்றும், அனைத்து உயிரினங்களும் ஆரம்பத்தில் ஒரே ஒரு செல்லைக் கொண்டதாகத் தான் இருந்தன என்றும் புலப்படுத்தினார். தாவரங்களிலும் விலங்கினங்களிலும் இந்த முதல் செல் 'முட்டையைச் சேர்ந்த செல்' - இதுவே உயிரணுவாகும்.

மனிதன், முழுவளர்ச்சி அடையும் போது, அவன் உடம்பில் ஏறக்குறைய 50 டிரில்லியன் செல்கள் இருக்கின்றன. ஆயினும், அவன்

உயிர் ஒரே ஒரு செல்லைக் கொண்டு தான் துவங்குகிறது. அந்த செல் இரண்டாகப் பிரிகிறது. செல்கள் வளர்ச்சி அடைந்து மறுபடியும் பிரிகின்றன. இங்ஙனம் பிரிந்து பிரிந்து முழுவளர்ச்சி அடைந்த மனித உடல் உருவாகின்றது. ஒரு செல், 50 டிரில்லியன் செல்கள் ஆவதற்கு 45 பிரிவுகளே தேவை.

ஆனால், செல்கள் எவ்வாறு பிரிகின்றன? ஒரு செல் இரண்டாகப் பிரியும்பொழுது, அதனுள் நிகழ்வது தான் என்ன?

எளிதான முறையில் சிந்தித்தால், செல் பிரிவு என்பது ஒருதுளி நீர் பிரிவது போல; ஒரு நீர்துளி எப்படி இலகுவாக, நழுவியபடி இரண்டாகப் பிரியுமோ, அப்படித்தான் செல்பிரிவு என்பதும் நிகழ்கிறது என்று நாம் நினைக்கக்கூடும். ஆனால், அது அவ்வளவு எளிதாக நடப்பது அல்ல. நுண்ணோக்கியைக் கொண்டு பார்க்கும்போது, செல் வெறும் திரவம் அல்ல- அதனுள் மிகச்சிறிய, நுண்ணிய கட்டமைப்புகளும் இருக்கின்றன என்பது விளங்கும்.

செல் தத்துவம் வருவதற்கு வெகு நாட்களுக்கு முன்னரே, சில விஞ்ஞானிகள் செல்லின் நடு மையத்தில் ஒரு சிறிய அமைப்பு இருப்பதையும், அதைச் சுற்றி மெல்லிய சவ்வு போன்ற சுவர் இருப்பதையும் கண்டறிந்தனர். 1831-ல், சுவிட்ஜர்லாந்தைச் சேர்ந்த தாவரவியல் நிபுணர் ராபர்ட் பிரவுன் (1773-1858) இதை அடிக்கடி கவனித்தார். அதனால், எல்லா செல்களிலும் இம்மையக்கூறு இருக்கலாம் என்ற யோசனையை அளித்தார். அவர் இதைக் 'கரு' (nucleus) என்று அழைத்தார். இலத்தீன் மொழியில் 'nucleus' என்பதற்கு 'சிறு விதை' அல்லது 'சிறு கொட்டை' என்று பொருள் வரும். இந்தக் கரு அமைப்பு செல்லின் நடுமையத்தில் ஒரு பெரிய பழக்கூட்டின் நடுவில் இருக்கும் கொட்டையைப் போல அமைந்திருக்கிறது.

சீலைடன் செல் தத்துவத்தின் முன்னோடிகளுள் ஒருவர். அவர், செல் பிரிவினைக்கு முதன்மையான காரணம் கருவாகவோ, அல்லது அது சம்பந்தப்பட்ட காரணி ஏதோ ஒன்றாகவோதான் இருக்கக்கூடும் என்று

கருதினார். ஒரு வேளை கருவின் மேல் தரப்பிலிருந்து புதிய செல்கள் துளிக்கலாம், வளரலாம், உண்டாகலாம் என்று எண்ணினார்.

1846-ம் ஆண்டு, வான் நாகேலி இது உண்மையல்ல என்று நிரூபித்தார். ஆயினும், செல் பிரிவினையில் கருவிற்கு ஏதோ ஒரு பங்கு இருக்கத்தான் வேண்டும் என்பதை மட்டும் அவரால் மறுக்கமுடியவில்லை. ஒரு செல் இரண்டாகப் பிரிவதாக வைத்துக்கொள்வோம். இரண்டில் ஒன்று தன்னை ஈன்ற செல்லின் கருவைப் பெறலாம். மற்றொன்று கருவில்லாமல், வளர முடியாமல் மடிந்துவிடும். கருவுடன் கூடிய செல் வளர்ந்து மேலும் பிரிவடையும்.

இவை அனைத்தும் ஊகத்திற்கு உகந்ததாக இருப்பினும், செல் பிரிவு ஏற்படும்போது, சரியாக என்ன நடக்கிறது என்பதை விஞ்ஞானிகள் எப்படித்தான் அறிந்துகொள்ளமுடியும்? செல் ஒளி புகும் தன்மை உடையதால், நுண்ணோக்கியைப் பயன்படுத்தி செல்லின் உட்புறத்தை நம்மால் பார்க்க இயலும். ஆனால், உட்புறம் ஒரு நிழல் போலத்தான் தெரிகிறது. உருப்பெருக்கம் அவ்வளவாகப் பயன்படவில்லை. நிழலைப் பெரிதாக்குவது போல இருந்ததே தவிர, விவரங்கள் ஏதும் புலப்படவில்லை.

1850-ம் ஆண்டிற்குப் பிறகு, வேதியியலாளர்கள், இயற்கையில் கிடைக்காத பலவிதமான இரசாயனங்களைக் கண்டுபிடிப்பதில் ஈடுபட்டிருந்தனர். குறிப்பாக, வண்ணங்களை உருவாக்கும் இரசாயனங்களைக் கண்டுபிடிப்பது மிகவும் பிரபலமாக இருந்தது. துணிகளுக்கு ஏற்றும் வகையில் வெயிலில் மங்காத, துவைக்கும்போது இறங்காமல் இருக்கும் சாயங்களைத் தருவிக்கும் இரசாயனங்களை உருவாக்குவதில் ஆர்வம் செலுத்தினர். சாயப்பொருட்களை உருவாக்குவது ஒரு புதிய தொழில்துறையாகவே இருந்தது என்று சொன்னால் மிகையாகாது.

செல்களையும் சாயமிட்டுப் பார்ப்பது சாத்தியமா என்று ஒரு சில விஞ்ஞானிகள் யோசிக்கலாயினர். செல்களின் உள்ளே இருக்கும்

பலவிதமான நுண்ணியக் கட்டமைப்புகள், இரசாயனக் கலவைகளைக் கொண்டனவாகத்தான் இருக்கவேண்டும். சில சாயங்கள், சில கலவைகளுடன் கலந்து ஒன்றாகத் தெரியக்கூடும். நுண்ணோக்கியில் இது, ஒரு சில கட்டமைப்புகளையேனும் பிரகாசமாகத் தோன்றச் செய்யக்கூடும். இங்ஙனம் நிகழுமேயானால், விஞ்ஞானிகள் செல்லின் உட்புறத்தை நன்றாகப் பார்க்கமுடியும்.

1870-ம் ஆண்டு, ஜெர்மனி நாட்டைச் சேர்ந்த உயிரியல் விஞ்ஞானி வால்டர் ஃபிளமிங் என்பவர் (1843-1905) சாயங்களை இவ்வகையில் உபயோகித்தார். ஒரு குறிப்பிட்ட சாயம் கருவினுள் உள்ள ஒரு சில பகுதிகளால் மட்டுமே உறிஞ்சப்படுவதையும், கருவின் மற்ற பகுதிகளிலோ, செல்லின் மற்ற பகுதிகளிலோ படாமல் இருப்பதையும் கவனித்தார். நுண்ணோக்கியில் பார்க்கும்பொழுது, சாயம் உறிஞ்சப்பட்ட பகுதிகள் நன்றாகத் தெரிவதைக் கண்டு மகிழ்ச்சியுற்றார்.

சாயம் உறிஞ்சக்கூடிய உட்பகுதியை, அதனுள் இருக்கும் பொருளை 'க்ரோமாடின்' (Chromatin) என்று அழைத்தார். இது நிறம் அல்லது வண்ணத்தைக் குறிக்கும் கிரேக்கமொழிச்சொல் 'Chrome' என்பதைத் தழுவியது.

செல்லின் வேகமாக வளர்ச்சி அடையும் திசுவை நுண்ணோக்கியின் உதவியைக் கொண்டு ஆராய்ந்தார். செல்கள் ஒவ்வொன்றும் வளர்ச்சியிலும், செல் பிரிவிலும் வெவ்வேறு நிலைகளில் இருந்தன. சாயத்தை நீக்கினால் உட்புறம் ஒரு மொத்த நிழலாகத்தான் தெரிந்தது.

ஃபிளமிங் அந்த திகப்பகுதிக்கு மட்டும் சாயமேற்றி, நுண்ணோக்கியின் அடியில் வைத்து ஆராய்ந்தார். இதன் விளைவு அவர் எதிர்பாராத ஒன்றாக இருந்தது. சாயம், திகப்பகுதியின் உட்பொருள்களுடன் கலந்து செல்லின் வளர்ச்சிக்கு இடையூறாக, நச்சுப்பொருளாக மாறியது. இதனால், செல்கள் அழிந்தன. செல்பிரிவு அத்துடன் நின்றுபோனது. ஆயினும், வெவ்வேறு செல்கள் வளர்ச்சியின் வெவ்வேறு நிலைகளில் இறந்துபோயின. வரிசையில் சீராக இல்லாமல் மாறி மாறிக் கலந்து

வைக்கப்பட்ட ஒரு முழுக்கதையின் புகைப்படங்களைப் போல அவை காட்சியளித்தன. கூர்ந்து நோக்கினால், புகைப்படங்கள் அனைத்தையும் சரிவரிசையில் அமைத்து, முழுக்கதை என்ன என்பதைப் புரிந்து கொள்ள முடியும்.

செல்பிரிவின் தனிப்பட்ட நிகழ்வுகளை ஃபிளமிங் ஒவ்வொன்றாகத் தேர்ந்தெடுத்து, அதன் நிலையையும் பொருளையும் புரிந்து கொண்டு வரிசைப்படுத்தினார். 1882-ம் ஆண்டு இதை ஒரு புத்தகமாக வெளியிட்டார்.

செல்பிரிவு துவங்கும்பொழுது, கருவிலுள்ள குரோமோசோம், கருவினுள் ஒன்றாகத் திரண்டு, மிகச் சிறிய தண்டுகளாக, கட்டையான நுண்ணிய சேமியாவைப் போல வடிவம் பெறுகின்றன. ஃபிளமிங் இந்த இவ்வகைப்பட்ட தண்டுகளை 'குரோமோசோம்' என்று அழைத்தார். குரோமோசோம்களுக்கு இயற்கையாக நிறம் இல்லை. ஃபிளமிங்கின் சாயத்தினால் அவை நிறம் பெற்று நுண்ணோக்கியில் தெரிந்தன.

செல்பிரிவு தொடரும் போது, ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் தன்னைப்போலவே இன்னொன்றை உருவாக்குகின்றது. இதனால், ஒன்று இரண்டாகின்றது. கருவினுள்ளே இருக்கும் சவ்வுச்சுவர் மெதுவாக உருகி மறைகின்றது. இரட்டை குரோமோசோம்கள் அனைத்தும் செல்லின் நடுமையத்தில் ஒன்றாகச் சேர்ந்து வந்து, பிறகு விலகத் துவங்குகின்றன. ஒவ்வொரு இரட்டைக் குரோமோசோமிலிருந்தும், ஒரு குரோமோசோம் செல்லின் ஒரு ஓரத்திற்கும், இன்னொன்று மற்றொரு ஓரத்தை நோக்கியும் செல்லும். இங்ஙனம் செல்லின் ஓரப்பகுதிகளில் குரோமோசோம்கள் ஒரு முழுமையான தொகுப்பாகக் காணப்படுகின்றன.

ஒவ்வொரு தொகுப்பைச் சுற்றியும் ஒரு சவ்வுச்சுவர் உருவாகுகின்றது. ஒவ்வொரு தொகுப்பின் மையத்திலும் ஒரு புதுக்கரு பிறக்கின்றது. இரு ஓரங்களில் இரண்டு கருக்கள். இதன்பிறகு, செல், அதை நடுவில் கிள்ளிவிட்டாற்போல் பிளவடைந்து, ஓரங்கள் மூடி, இரண்டாகப்

பிரிகின்றது. இப்பொழுது ஒரு செல் இரண்டாகி, தன் சொந்த கருவோடு திகழ்கின்றது.

ஃபிளமிங்கிற்குப் பிறகு பல விஞ்ஞானிகள் இந்த ஆய்வைத் தொடர்ந்தனர். அவர்களில் ஒருவர் எட்வார்ட் வோன் பெனெடென் என்ற பெல்ஜிய நாட்டைச் சேர்ந்த விஞ்ஞானி (1846-1910). இவர் 1887ம் ஆண்டு, ஒரு குறிப்பிட்ட தாவர இனத்திலோ, விலங்கினத்திலோ, அனைத்து செல்களிலும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை ஒன்றாகத் தான் இருக்கும் என்பதைக் கண்டுபிடித்தார். செல் பிரிவின்போது, முதலில் இருப்பது, இரண்டு மடங்காகி, பின் ஒவ்வொரு முறை பிரியும்போதும் புதிதாகப் பிறப்பிக்கப்படும் செல்கள் தங்களை ஈன்ற செல்களின் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையைக் கொண்டதாக விளங்கின.

உதாரணமாக, ஒவ்வொரு மனித செல்லிலும் 46 குரோமோசோம்கள் உள்ளன என்பதை அறிவோம். செல்பிரிவு ஏற்படும்பொழுது, ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் தன்னைப்போலவே ஒன்றை உருவாக்குகின்றது. இதனால் ஒரு செல் மொத்தம் 92 குரோமோசோம்கள் உடையதாக ஆகிறது. இவற்றுள் 46 செல்லின் ஒரு ஓரத்திற்கும், மீதம் 46 செல்லின் மற்றொரு ஓரத்திற்கும் செல்லும். செல் பிரிவடைந்து, இரண்டு செல்களாக, ஒவ்வொன்றும் 46 குரோமோசோம்களைக் கொண்டதாக உருவாகும்.

பால் செல்கள் உருவாகும்பொழுது, ஒவ்வொன்றுக்கும் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையில் பாதிதான் கிடைக்கும். இது 'meiosis' எனப்படும். இவ்வகையான செல் பிரிவிற்கு ஒடுக்கற்பிரிவு அல்லது குறைப்புப்பிரிவு என்றும் பெயர். இதன் அர்த்தம் என்னவென்றால், தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் விந்துக்களும் முட்டைகளும் வழக்கமான எண்ணிக்கையில் பாதி அளவு குரோமோசோம்களையே பெற்றிருக்கும். ஆகவே, மனித இனத்தில் ஒவ்வொரு செல்லிலும் 46 குரோமோசோம்கள் இருந்தாலும், விந்துவின் செல்லும் முட்டை செல்லும் 23 குரோமோசோம்களையே கொண்டவை.

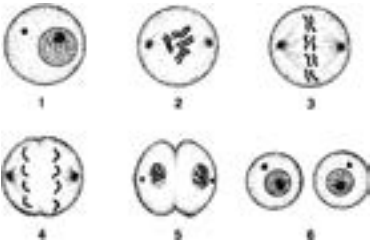
ஒரு மனித விந்து, மனித முட்டை செல்லுடன் சேரும்பொழுது, இரண்டிலும் உள்ள குரோமோசோம்கள் சேர்கின்றன. இதன் விளைவு, 46 குரோமோசோம்களைக் கொண்ட ஒரு கருவுற்ற செல் ஆகும்.

இக்கருவுற்ற செல் மேலும் மேலும் பிரிவடையும்பொழுது, ஒவ்வொரு புதிய செல்லிலும் 46 குரோமோசோம்கள் இருக்கும். இவற்றில் 23 தாயின் குரோமோசோம்களையும், மற்ற 23 தகப்பனின் குரோமோசோம்களையும் ஒத்திருக்கும்.

#### 4. மார்கனும் பழப்புச்சிகளும்

1900-ம் ஆண்டு வரை, ஃபிளமிங்-பெனெடென் ஆராய்ச்சியின் முக்கியத்துவத்தை உயிரியலாளர்கள் புரிந்து கொள்ளவில்லை. அந்த வருடம் டிவ்ரீஸ், கோரென்ஸ், ஷெர்மாக் வான் சேய்செனெக் ஆகியவர்கள் மெண்டெல் கண்டறிந்த மரபு வழி பரிமாற்றக் கொள்கைகளை மீண்டும் கண்டறிந்து, புதிய கோணத்தில் புரிந்து கொள்ள முனைந்தார்கள். அதன் விளைவு, குரோமோசோம்கள் மெண்டெல் எடுத்துக் காட்டிய கொள்கைகளோடு சரியாகப் பொருந்துகின்றன என்பதை உணர முடிந்தது.

வால்டர் ஸ்டான்பரோ சட்டன் (1877-1916) என்னும் அமெரிக்க உயிரியலாளர் தான் இதை முதலில் சுட்டிக்காட்டினார். 1902-ம் ஆண்டில் அவருக்கு 25 வயதே ஆகியிருந்த போது, அவர் குரோமோசோம்கள் அனைத்தும் ஜோடிகளாகவே இருப்பதையும், அவை கட்டமைப்பில் ஒன்றையொன்று ஒத்து விளங்குவதையும் தன் ஆராய்ச்சிப் பதிப்பில் பிரசுரித்தார். மனித செல்கள் 46 குரோமோசோம்கள் கொண்டது என்று நினைப்பதைவிட, 23 குரோமோசோம் ஜோடிகளைக் கொண்டவை என்று எடுத்துக் கொள்வது மேலும் பல விஷயங்களைத் தெளிவாக்கும்.



குரோமோசோம்களின் உருவாக்கத்தையும், பிரிவையும் தெளிவாகக் காண்பிக்கும் இழையுருப்பிரிவு

அதன் பின், 1903-ல் அவர், விந்துவும் முட்டையும் ஒவ்வொரு குரோமோசோம் ஜோடியிலிருந்தும் ஒன்றைக் கொண்டிருக்கும் என்பதை நிரூபித்தார். இதனால், அவை கொண்டிருக்கும் 23 குரோமோசோம்களை 'பாதி தொகுப்பாகக்' கருதலாம். உதாரணத்திற்கு, ஒவ்வொரு உயிரணுவும் ஆங்கில மொழியின்

26 எழுத்துக்களையும் பெரிய, சிறிய ஆகிய இரு வகைகளிலும் கொண்டதைப் போல வைத்துக்கொள்வோம். அப்படியானால், பால்



செல்கள் 26 எழுத்துக்களையும் முழுமையாகக் கொண்டவையாக - ஆனால், பெரிய எழுத்துக்கள் மட்டுமே அல்லது சிறியவை மட்டுமே கொண்டவையாக இருக்கும்.

கருவுற்ற முட்டை செல் 23 குரோமோசோம் ஜோடிகளைக் கொண்டது. ஒவ்வொரு ஜோடியிலும் ஒன்று தகப்பனிடத்திலிருந்தும், ஒன்று தாயினிடத்திலிருந்தும் வந்ததாக இருக்கும்.

இப்பொழுது, மெண்டெலின் பட்டாணிச் செடிகளைச் சற்றே நினைவில் கொள்வோம்.

பட்டாணிச் செடியின் செல்லில் உயரத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் குரோமோசோம் ஒன்று இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். அது T அல்லது S குரோமோசோமாக இருக்கும். அதன் ஜோடியும் உயரத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதாக (அல்லது மேம்படுத்துவதாக)... பொதுவாகச் சொன்னால் உயரம் சம்பந்தப்பட்டதாக - T அல்லது S-ஆகத் - தான் இருக்கும். இதன் விளைவு, குரோமோசோம் ஜோடி TT, Ts, sT, ss ஆக இருக்கும்.

TT செடியின் விந்து, ஒரு குரோமோசோம் ஜோடியிலிருந்து ஒன்றைத் தான் கொண்டதாக இருக்கும். அதுவும், T-ஆக இருக்கும். ss செடியின் விந்து ஒரு S குரோமோசோமைக் கொண்டதாகத் தான் இருக்கும். Ts அல்லது sT செடியில் விந்து செல்கள் ஜோடியிலிருந்து ஒரு குரோமோசோமைக் கொண்டதாக இருக்கும். இதனால், அவற்றில் பாதி 's' ஆகவும், பாதி 'T' ஆகவும் அமையும். முட்டை செல்களிலும் இங்ஙனமே நிகழும். விந்துவும் முட்டையும் ஒன்று சேர்ந்து விதைகளை உருவாக்கும் பொழுது, T s-ஐ விட மேலாதிக்கம் கொண்டதாக விளங்கும். மெண்டெலின் அடிப்படைக் கொள்கைகள் அனைத்தும் இதில் புலனாகும்.

மிகவும் வியக்கத்தக்க ஒன்று இது. குரோமோசோம்களைப் பற்றி எதுவுமே அறியாமல், பட்டாணிச் செடிகளின் மகரந்தச் சேர்க்கையை

மட்டுமே ஆராய்ந்து, மெண்டெல் குரோமோசோம்களின் செயல்பாடுகளை எங்ஙனம் அறிந்தார்? ஆச்சரியம் தான்.

நிச்சயமாக, இதில் குழப்பத்திற்கு உள்ளான சில கருத்துக்களும் இருந்தன. எல்லாக் கோணங்களையும் விளக்குவதற்குப் போதிய அளவு குரோமோசோம்கள் இல்லை. மனித செல்களில் 23 குரோமோசோம் ஜோடிகளே உள்ளன. ஒவ்வொன்றும் ஒரு புறத்தோற்றப் பண்பைக் கட்டுப்படுத்துவதாக வைத்துக்கொண்டாலும், 23 பண்புகளே இருக்கும். இது நம்பக்கூடியதாக இல்லை. மனிதன் பல் நூற்றுக்கணக்கான பண்புகளையும் குணாதிசயங்களையும் தன் தாய், தகப்பனிடத்திலிருந்தும், முன்னோர்களிடத்திலிருந்தும் பெறுகிறான். எப்படி?

இந்தக் கேள்விக்கு பதில் மிக சுலபமானதுதான். ஒரு குரோமோசோமின் வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. ஒரு நூலில் கோர்த்திருக்கும் மணிகளைப்போல, ஒரு குரோமோசோமின் நீளவாட்டத்தில் இந்தப் பகுதிகள் வரிசையாக அமைந்துள்ளன. ஒரு குரோமோசோமில் பல டஜன் கணக்கான, நூற்றாயிரக்கணக்கான பகுதிகள் இருக்கலாம்.

1909-ம் ஆண்டு, டென்மார்க் நாட்டைச் சேர்ந்த வில்ஹெல்ம் லூட்விக் ஜோஹான்சன் (1857-1927) என்ற தாவரவியல் விஞ்ஞானி பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் இப்பகுதிகளை 'ஜீன்' (gene) என்று அழைக்கலாம் என்று விண்ணப்பித்தார். இது 'பிறப்பிக்கும்' என்ற பொருள் கொண்ட JEEN என்னும் கிரேக்கமொழிச் சொல்லிலிருந்து வந்ததாகும். விஞ்ஞானிகள் இந்த விண்ணப்பத்தை ஒப்புக் கொண்டனர். இதன்படி, அன்று முதல், குரோமோசோம்களை ஜீன்களின் சரங்களாக மக்கள் கருதலாயினர்.

இதில், மேலும் சில சிக்கல்கள் இருந்தன. உதாரணத்திற்கு, ஆண்-பெண் பாலினம் உருவாகுவது எப்படி? மனித இனத்திலும் சரி, விலங்கினத்திலும் சரி, பிறப்பில் பாதி ஆண் சந்ததிகளாகவும், பாதி

பெண் சந்ததிகளாகவும் இருப்பது எப்படி?! ஆண்-பெண் பால் சம்பந்தப்பட்ட பண்புகள், மெண்டெலின் கோட்பாடுகளோடு பொருந்தவில்லையே! மெண்டெலின் கண்டுபிடிப்பு - சந்ததிகள் ஒரே பண்பைக் கூடியதாக, அதாவது முழுமையாக SS அல்லது TT ஆக இருப்பதையும், இல்லாவிட்டால் 3:1 பங்கில் பண்புகள் பிரிக்கப்படுவதையும் தானே வலியுறுத்துகிறது. 1:1 பங்குக் கணக்கில் காணப்படும் ஆண்-பெண் பிரிவினையை உணர்த்தவில்லையே!

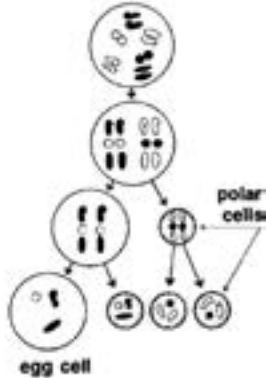
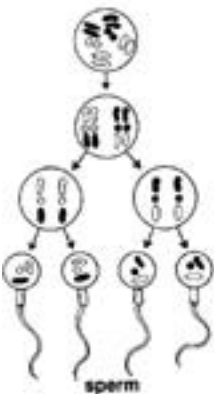
தாமஸ் ஹண்ட் மார்கன் என்ற அமெரிக்க உயிரியல் விஞ்ஞானி (1866-1945), இதை ஆராய்வதில் ஆர்வம் கொண்டார். இந்த ஆராய்ச்சிக்கு அவர் 1908-ம் ஆண்டில், ஒரு பழப்பூச்சி வகையைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பயன்படுத்தினார். இதன் அறிவியல் பெயர் 'ட்ரோஸ்பீலா' என்பது. இதன் காரணம், ட்ரோஸ்பீலா மிக விரைவான இனப்பெருக்கத்தைத் தரக்கூடியது. தோற்றத்தில் மிகச் சிறியதாக இருந்தமையால், அதைப் பெருக்கி பன்மடங்காக்கி ஆராய்ச்சி செய்ய அதிகமான இடமோ, அதிகபட்சமான உணவோ தேவையிருக்கவில்லை. மேலும், அதன் செல்களில் 4 ஜோடி குரோமோசோம்களே இருந்தன.

வழக்கமாகப் பழப்பூச்சிகள் சிவப்புக்கண்களை உடையவை. ஆனால்,

ஒடுக்கற்பிரிவு

ஆண் பால் உயிரணுவின் ஒடுக்கற்பிரிவு

பெண் பால் உயிரணுவின் ஒடுக்கற்பிரிவு



ஒரு சில பழப்பூச்சிகள் வெள்ளைக்கண்களைக் கொண்டதாக இருப்பதையும் மார்கன் கவனித்தார். ஒரு பாட்டிலினுள் ஒரு சிவப்பு நிறக்கண்களைக் கொண்ட (R) பூச்சியையும், ஒரு வெள்ளை நிறக் கண்களைக் கொண்ட (W) பூச்சியையும் சேர்த்து வைத்தபொழுது,

அவை உயிர் பிறப்பித்த சந்ததிகள் அனைத்துமே சிவப்புக் கண்களைக் கொண்டதாக விளங்கின. மெண்டெலின் கோட்பாட்டின்படி சிவப்பு நிறக்கண்களே மேலாதிக்கம் செலுத்தும் பண்பாக வைத்துக்கொண்டால், இது எதிர்பார்த்தது தான்.

அடுத்து, மார்கன் R சந்ததிகளை அவற்றினுள்ளேயே இனப்பெருக்கம் கொள்ளும்படி செய்தபொழுது, உருவான சந்ததிகளில் நான்கில் ஒரு பங்கு (3:1) சிவப்புக்கண்களோடும், ஒரு பங்கு வெள்ளைக்கண்களோடும் விளங்கின. இதைத்தான் மெண்டெலின் கொள்கைகளும் கணித்தன.

எதிர்பாராத ஒன்று நிகழ்ந்தது! வெள்ளைக்கண் பூச்சிகள் (W) அனைத்துமே ஆண்களாக இருந்தன. ஏன்?

மார்கன் பழப்பூச்சிகளின் குரோமோசோம்களைக் கூர்ந்து ஆராய்ந்தார். பெண் பூச்சிகள் 4 சீரான குரோமோசோம் ஜோடிகளைக் கொண்டிருந்தன. இவற்றில் ஒரு ஜோடியை மார்கன் 'X' குரோமோசோம்கள் என்று அழைத்தார். ஆண் பூச்சிகள் மூன்று சீரான ஜோடிகளைக் கொண்டிருந்தன. ஆனால், ஒரு X குரோமோசோம் தான் காணப்பட்டது. இதற்கு, ஜோடி இல்லை.

இதன் அர்த்தம் என்னவென்றால், பெண் பூச்சிகள் முட்டை செல்களை உருவாக்கியபொழுது, ஒவ்வொரு முட்டையும் ஒவ்வொரு குரோமோசோம் ஜோடியிலிருந்து ஒன்றைக் கொண்டிருக்கும். அதனால், ஒரு X குரோமோசோம் காணப்படும்.

ஆண் பூச்சிகள் விந்து செல்களை உருவாக்கியபோது, ஒவ்வொரு செல்லும் மூன்று குரோமோசோம் ஜோடிகளிலிருந்தும் ஒவ்வொன்றைப் பெற்றிருக்கும்; ஆயினும், X குரோமோசோம் ஜோடியின்றித் திகழும். இதன்படி, அரைவாசி விந்துக்கள் X குரோமோசோமையும், மற்ற பாதி X இல்லாமலும் இருக்கும்.

பழப்பூச்சியின் முட்டை செல் X குரோமோசோம் உடைய

விந்துவுடன் சேரும்பொழுது, கருவுறும் முட்டை இரண்டு X குரோமோசோம்களைக் கொண்டு, பெண் பூச்சியாக உருவாகும்.

பழப்பூச்சியின் முட்டை செல் X குரோமோசோம் இல்லாத விந்துவுடன் சேரும்பொழுது, கருவுறும் முட்டை ஒரு X குரோமோசோமைக் கொண்டு, ஆண் பூச்சியாக உருவாகும்.

இரு வகை விந்து செல்களும் ஒரே எண்ணிக்கையில் அமைவதால், கருவுறும் முட்டைகளில் பாதி ஆண்களாகவும், பாதி பெண்களாகவும் விளங்கும்.

மனித இனத்திலும் இதுவே தான் நிகழ்கின்றது. பெண் இனத்தில் ஒவ்வொரு செல்லிலும் 23 சீரான குரோமோசோம் ஜோடிகள் இருக்கின்றன. ஆண்கள் 22 சீரான ஜோடிகளும், மேலும் ஒரு X குரோமோசோமை உடையவர்களாகவும் இருக்கின்றனர். இந்த X குரோமோசோமின் ஜோடியான Y குரோமோசோம் வெறும் ஒரு சின்ன அடையாளம் போலத் தான் திகழ்கின்றது.

மேற்கொண்டு செல்வோம்! இது எப்படி எல்லா W பூச்சிகளும் ஆண்களாக இருப்பதற்குக் காரணமாக முடியும்?

பழப்பூச்சியின் கண் நிறத்தைக் கட்டுப்படுத்தும் மரபணு X குரோமோசோமில் உள்ளது. இரண்டு X குரோமோசோம்களிலும் சிவப்புக்கண் மரபணு உடைய பெண் பழப்பூச்சி (RR) சிவப்புக்கண்களைக் கொண்டிருக்கும். ஏதாவது ஒரு குரோமோசோமில் வெள்ளைக்கண் மரபணு காணப்பட்டாலும் (RworR), சிவப்புக்கண் மரபணு மேலாதிக்கம் செலுத்துவதால், பூச்சியின் கண்கள் சிவப்பாகவே காணப்படும். இரண்டு X குரோமோசோம்களிலும் வெள்ளைக்கண் மரபணு இருந்தால்தான் (ww), பெண் பூச்சி வெள்ளைக் கண் கொண்டதாகப் பிறக்கும். எனினும், வெள்ளைக்கண் மரபணு அரிதான ஒன்று ஆதலால், இரண்டு X குரோமோசோம்களிலும் அது காணப்படுவது என்பது மிக மிக அரிதான ஒரு நிகழ்வாகும்.

பெண்பழப்பூச்சி வெள்ளைக்கண்களுடன் காணப்படுவது மிகவும் அரிதாகும்.

ஆண்களில், அந்த ஒற்றை  $X$  குரோமோசோம் ( $R0$ ) சிவப்புக்கண் மரபணு வாய்ந்ததாகத் திகழ்ந்தால், பூச்சிக்கும் சிவப்புக்கண்கள் இருக்கும். அந்த ஒற்றை  $X$  குரோமோசோம் ( $w0$ ) வெள்ளைக்கண் மரபணு வாய்ந்ததாகத் திகழ்ந்தால், பூச்சிக்கும் வெள்ளைக்கண்கள் இருக்கும். சிவப்புக்கண் மரபணு உடைய இரண்டாவது குரோமோசோம் இல்லாதபடியால், ஒரே ஒரு வெள்ளைக்கண் மரபணுவே பூச்சிக்கு வெள்ளைக்கண்கள் அமைவதற்குப் போதுமானதாகும்.

இப்போது, வெள்ளைக்கண் ஆண் ( $w0$ ) - சிவப்புக்கண் பெண் ( $RR$ ) பூச்சிகளை சேர்ப்போம். ஒவ்வொரு முட்டைசெல்லும்  $R$  ஆக விளங்கும்; ஆனால் விந்துக்கள் இருவகைப்படும் ( $w$  and  $0$ ). கருவுற்ற முட்டைகளில் பாதி  $w$  மரபணு கொண்ட  $X$  குரோமோசோமைப் பெற்று  $Rw$ -வாகத் திகழும். இந்த முட்டைகள் அனைத்துமே சிவப்புக்கண்களைக் கொண்ட பெண் பூச்சிகளைப் பிறப்பிக்கும். மற்ற பாதி முட்டைகள்  $X$  குரோமோசோம் கிடைக்காமல்,  $R0$  ஆகத் திகழ்ந்து, சிவப்புக்கண்களைக் கொண்ட ஆண் பழப்பூச்சிகளைப் பிறப்பிக்கும்.

இவ்வாறு கிடைக்கப்பெற்ற சிவப்புக்கண் சந்ததிகளிலிருந்து இரண்டைச் (பெண்  $Rw$  and ஆண்  $R0$ ) சேர்த்துப்பார்ப்போம். முட்டைகளில் பாதி  $R$ , மீதி  $w$  ஆக உருவாகும். இரண்டில் ஒன்று விந்துவிலிருந்து  $X$  குரோமோசோமைப் பெற்று, பெண் பூச்சிகளைப் பிறப்பிக்கும். இதனால், பெண் பூச்சிகளில் பாதி  $Rw$  ஆகவும், பாதி  $RR$  ஆகவும், அனைத்துமே சிவப்புக்கண்களைக் கொண்டதாகவும் விளங்கும்.

விந்துவிடமிருந்து  $X$  குரோமோசோமைப் பெறாத முட்டைகள், ஆண் பூச்சிகளைத் தரும். இப்பொழுது, ஆண்களில் பாதி சிவப்புக்கண்களைக் கொண்டு  $R0$  ஆகவும், வெள்ளைக்கண்களைக் கொண்டு  $w0$  ஆகவும்

அமையும். பிறப்பதில் கால்வாசி பூச்சிகள் வெள்ளைக்கண்களைக் கொண்டு, மார்கள் கண்டறிந்தபடி ஆண்களாக விளங்கும்.

பழப்பூச்சிகளின் கண் நிறமானது அதன் பாலினம் சம்பந்தப்பட்டது என்று மார்கள் விளக்கினார். மனித இனத்திலும் பல பண்புகள் பாலினம் சம்பந்தப்பட்டவையாக இருக்கக் கூடும். நிறக்குருடானவர்கள் பெரும்பாலும் ஆண்கள் தான். வியப்பென்னவென்றால் அந்தப் பண்பைத் தங்கள் மரபணுக்களில் சுமந்து, தங்கள் ஆண் சந்ததிகளுக்கு மட்டுமே தருகின்றனர் பெண்கள்.

வேறு வகைப்பட்ட சம்பந்தங்களும் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு முறையும் பெற்றோரிடமிருந்து சந்ததிக்கு வரும் ஒவ்வொரு குரோமோசோம் உடனும் ஒரு முழுத்தொகுப்பு மரபணுக்கள் பரிமாறப்படுகின்றன. இம்மரபணுக்கள் ஆதிக்கம் செலுத்தும் ஒவ்வொரு பண்பும் பரிமாறப்படுகிறது.

அதனால், உதாரணத்திற்கு ஒரே குரோமோசோமில் பழப்பூச்சியின் இறகுகள், கால்கள் சம்பந்தப்பட்ட பண்புகள் எவை இருந்தாலும், அவை சந்ததியால் முழுமையாக ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகின்றன. இதன்படி, சந்ததிகள் இரண்டு பண்புகளையும் கொண்டிருக்கலாம்... இல்லையெனில், ஒன்றையுமே கொள்ளாமலும் போகலாம்.

பழப்பூச்சிகளில் சரியாக இதுவே தான் நிகழ்கின்றது என்பதை மார்கள் நிரூபித்தார். 1910-ம் ஆண்டு சட்டனின் ஊகமான குரோமோசோம்களே மெண்டெல் கண்டறிந்த 'காரணிகள்' என்பது புலனாயிற்று. 1933-ம் ஆண்டு மார்கள் இதற்கு நோபல் பரிசு பெற்றார்.

இன்னமும் இதில் பல கேள்விகள் எழுந்தன. பழப்பூச்சிகள் A, B பண்புகளை ஒவ்வொரு தலைமுறையிலும் மீண்டும் மீண்டும் கிடைக்கப்பெறலாம். இரு பண்புகளும் ஒரே குரோமோசோமில் தான் இருந்திருக்க வேண்டும் என்று இதன் மூலம் நாம் ஊகிக்கலாம். ஆனால், இதை நிராகரிக்கும்படி மற்றொன்று ஏதாவது நிகழும்.

ஒரு சில பழப்பூச்சிகள் A மட்டும், மற்றும் சில B மட்டும் கிடைக்கப்பெறலாம். இவற்றினிடையே இனப்பெருக்கம் நிகழும் போது, அவற்றின் சந்ததியினர் இந்த இரண்டு பண்புகளிடையே இணையாமல், இணைக்கப்படாமல் திகழலாம்.

மார்கள் என்ன நடக்கிறது என்பதை ஊகித்தார். செல் பிரிவின்போது, ஒரு அணிவகுப்பில் ஒரே சீராக அணிவகுத்து வரும் சிப்பாய்களைப் போல, குரோமோசோம்கள் வருவதில்லை. ஒன்றோடொன்று முட்டி மோதி, சிக்கிச் சீர்குலைந்து வருகின்றன. ஒரு ஜோடியைச் சேர்ந்த இரு குரோமோசோம்கள் ஒன்றோடு ஒன்று வளைந்து, தங்கள் பகுதிகளை தங்களுக்கு உள்ளேயே பரிமாறிக்கொள்கின்றன. இது 'குறுக்கீடு' என்று அழைக்கப்படும்.

B பண்பைக் கட்டுப்படுத்தும் மரபணு, தன் ஜோடியின் இன்னொரு நபரைச் சேர்ந்து கொள்ளலாம். இரண்டாவது குரோமோசோமில் முதல் மரபணுவை ஒத்த பகுதியே இணைந்து, சற்றே மாறிய புதிய பண்பு ஒன்றை உருவாக்கலாம். விந்துவோ, முட்டையோ குரோமோசோம்களைப் பெறும் பொழுது, A பண்பையும் சற்றே மாறிய B பண்பையும் பெறலாம்.

1911-ம் ஆண்டு, மார்கன் இந்தக் குறுக்கீட்டைப் பற்றித் தன், இருபது வயதே நிரம்பிய மாணவன் ஒருவனுடன் கலந்தாலோசித்தார். ஆல்பிரட் ஹென்ரி ஸ்டர்ட்வாண்ட் என்பது இவர் பெயர் (1891-1970). ஸ்டர்ட்வாண்ட் ஒரு புதிய யோசனையைக் கொடுத்தார். ஒரு குரோமோசோமில் இரண்டு மரபணுக்கள் மிகவும் விலகி இருக்கும்பொழுது, எவ்வகைப்பட்ட குறுக்கீடும் அவற்றை விலக்கி, தனித்தனியாக ஆக்கிவிடும். குரோமோசோமில் பிரிக்கும் நிகழ்வு எங்காயினும், இது சாத்தியமாகும்.

ஒரு குரோமோசோமில் இரண்டு மரபணுக்கள் மிகவும் அருகில் இருக்கும்பொழுது, எவ்வகைக் குறுக்கீடும் அவற்றை விலக்க இயலா. பிரிவு சரியாக அவற்றின் நடுமத்தியில் நிகழ்ந்தாலே, விலக்கப்படும்.



இது சாதாரணமாகச் சாத்தியமில்லாத ஒன்று.

ஆகையால், மரபுப் பண்புகள் எப்பொழுதெல்லாம் துண்டிக்கப்படுகின்றன என்பதை ஆராய்ந்தால், ஒரு குரோமோசோமில் அவை எவ்வளவு தூரத்தில் இருந்திருக்ககூடும் என்பதை உணரலாம். இதன்படி, ஒரு குரோமோசோமில் இரு பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் இரண்டு மரபணுக்கள் குரோமோசோமில் எதிர் எதிராக, இறுதிப் பகுதிகளில் அமைந்திருக்கலாம். மூன்றாவது மரபணு நடுமத்தியிலும், நான்காவது முதல் மரபணுவிற்குச் சற்றே அப்பாலும் என்று வெவ்வேறு இடங்களில் அமைந்திருக்கலாம்.

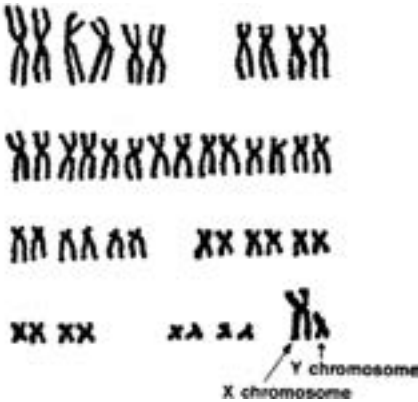
கூடிய சீக்கிரத்தில், ஒரு குரோமோசோம் வரை படமே நமக்குக் கிடைத்துவிடும். ஒவ்வொரு மரபணுவின் சரியான இடத்தையும் அதில் குறிக்கமுடியும். 1913-ம் ஆண்டில், இருபத்தி இரண்டே வயது நிரம்பிய ஸ்டர்ட்வாண்ட், இந்த வரைபடத்தைப் பிரசுரித்தார். மேலும் மேலும் நுட்பமான குரோமோசோம் வரைபடங்களை அவர் செய்தார்.

1951-ம் ஆண்டிற்குள், அவர் பழப்பூச்சிகளில் உள்ள 4 குரோமோசோம்களின் வரைபடங்களையும், அவற்றில் ஒவ்வொரு மரபணுவின் சரியான இடத்தையும் நுட்பமாகக் குறித்துச் சாதனை செய்தார்.

## 5. முல்லரும் எக்ஸ்-ரேக்களும்

ஒரு குரோமோசோமில் ஒரே இடத்தில் இருக்கக்கூடியவையாக ஒரு சிவப்புக்கண் மரபணுவும், ஒரு வெள்ளைக்கண் மரபணுவும் ஏன் அமைய வேண்டும்? அப்படிப்பட்ட செல் பிரிவடையும்பொழுது, ஒரு குரோமோசோம் சிவப்புக்கண் மரபணு உடையதாகவும், மற்றொரு குரோமோசோம் வெள்ளைக்கண் மரபணு உடையதாகவும் அமைய வாய்ப்பு இருக்கிறதல்லவா? அந்தப் பண்புக்குரியது சிவப்புக்கண் மரபணு தான் அல்லவா? பொதுவாக நாம் பார்க்கக்கூடியதும் அதுதானே? செல்லின் ஆரம்பத் தருவாயிலே அது தான் இருந்திருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு முறை செல் பிரிவடையும்பொழுதும் இன்னொரு சிவப்புக்கண் மரபணு உருவாகியிருக்கும். அப்படியானால், வழக்கத்திற்கு மாறான வெள்ளைக்கண் மரபணு உருவாகுவது எப்படி?

உண்மை என்னவென்றால், டிவ்ரீஸ் கூறியதைப்போல செல் பிறழ்வு நிகழ்வதுதான்.



மனித ஆண் உடலில் உள்ள  
46 குரோமோசோம்கள் = 22 ஜோடிகள் + 2  
பால் சம்பந்தப்பட்ட குரோமோசோம்கள்

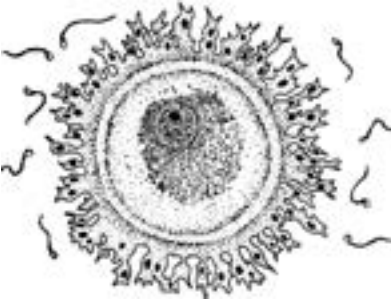
ஆனால், டிவ்ரீஸ் தாவரங்களைக் கொண்டு மட்டுமே ஆராய்ச்சி நடத்தியிருந்தார். விலங்கினங்களிலும் பிறழ்வுகள் நிகழ்கின்றனவா? நிச்சயமாக இதனைப்பற்றி பத்திரிகைகளும், விஞ்ஞானிகளின் குறிப்புகளும் நிறைய விஷயங்களைக் குவித்திருந்தன. ஏன், இதற்கு முன் வந்த பாகத்தில் நாம் பார்த்த குட்டைக்கால் செம்மறி ஆடு இதற்கு ஒரு உதாரணமாகத் தோன்றுகிறது. ஆனால், விஞ்ஞானிகள் தங்கள் ஆராய்ச்சிகூடத்திலேயே

செல் பிரிவுகளையும், பிறழ்வுகளையும் நிகழ்த்துவதற்கு ஆவலாக

இருந்தனர். விவசாயிகளிடத்திலும், மந்தைக்காரர்களிடத்திலும் இருந்து அறிந்து கொள்வதை அவர்கள் விரும்பவில்லை. மார்கன், பழப்பூச்சிகளைக் கொண்டு ஆராய்ச்சி செய்யும்பொழுது, அவ்வப்பொழுது பிறழ்வு நிகழ்வதை கவனித்திருந்தார்.



தாமஸ் ஹண்ட் மார்கன்



மனித பால் சம்பந்தப்பட்ட உயிரணுக்கள்

ஆராய்ச்சியைத் தொடங்கலாம். அது ஈன்ற சந்ததிகள் அனைத்தும் சிவப்புகண் பழப்பூச்சிகளாகவே இருக்கும். அவற்றின் குழந்தைகளும் சிவப்புகண்களைக் கொண்டதாகவே இருக்கும். வெள்ளைக்கண் பூச்சிகள் அறவே இல்லாது இருக்கும்.

ஆனால், அவ்வப்போது திடீரென்று ஒரு வெள்ளைக்கண் பூச்சி வரலாம். அது எப்படி?

மார்கனின் மாணவர் ஹெர்மான் ஜோசப் முல்லர் (1860-1967). அவர் இந்த பிறழ்வு சம்பவத்திலும், அதைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியிலும் மிகவும் ஆர்வமுள்ளவராக இருந்தார். அவர் ஒவ்வொரு மரபணுவும் தன்னுள் பற்பல அணுக்களைக் கொண்டது என்றும், இவ்வணுக்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட கட்டமைப்பில் வரிசைப்பட அமைந்துள்ளன என்றும் ஊகித்தார். செல் பிரிவின் போது, குரோமோசோமில் உள்ள ஒவ்வொரு மரபணுவும் தன்னைப்போலவே இன்னொன்றை அத்தனை அணுக்களுடனும், அவற்றின் கட்டமைப்புகளுடனும் சிறிதும் பிறழாமல் மாறாமல் உருவாக்க வேண்டும். முக்கால்வாசி

இது நடைபெற்றுவிடும்.

ஆனால், அவ்வப்போது இதில் ஒரு மாறுதலோ, தவறோ நிகழ்வது இயற்கைதானே? ஒரு சில அணுக்கள் தங்கள் இடம் மாறி அமையலாம். இதன் விளைவாகப் புதிதாக உருவாக்கப்படும் மரபணு தன் பணிகளைச் சரியாகச் செய்யாமல் போக வாய்ப்புண்டு. இது வேறுபட்ட மரபணு - அதாவது முதல் மரபணுவிலிருந்து மாறுபட்டது - இதன் வாயிலாக பழப்பூச்சி தன் கண்ணின் நிறத்திலோ அல்லது சிறகின் வடிவத்திலோ மாற்றத்தைப் பெறலாம்.

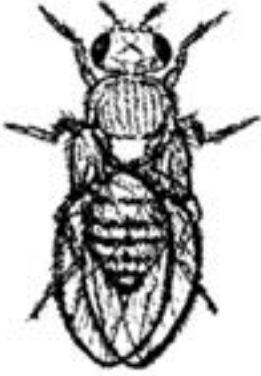


ஒரு பூச்சியின் குரோமோசோம்கள் அதனோடு குரோமோசோம்களின் நீள வாட்டத்தில் மரபணுக்களின் அமைப்பு

எதனால் அணுக்கள் தங்கள் இருப்பிடங்களில் இல்லாமல் கலைந்து மாறுபட்டுப்போனதோ, அந்தக் காரணி பிறழ்வுகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்கும்.

உதாரணமாக அணுக்கள் அனைத்தும் அசைவதாக வைத்துக்கொள்வோம். இது நிஜம். இது அணுக்களில் இருக்கும் ஆற்றலினாலே தான். வெப்ப நிலை அதிகரிக்கும்பொழுது, ஆற்றலும் அதிகரிக்கும். இதனால் அணுக்களின் அசைவு வேகம் அடையும். அனைத்து அணுக்களும் வழக்கத்தை விட வேகமாக அசையும்பொழுது, மரபணுவிற்கு தன்னைப்போலவே மற்றொரு மரபணுவை உண்டாக்குவது கடினமான செயலாக ஆகிவிடுகிறது என்று முல்லர் ஊகித்தார்.

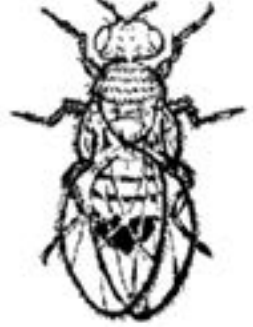
முல்லரின் இந்த ஊகம் சரியானால், பழப்பூச்சிகளை அதிக வெப்பத்தோடு கூடிய சூழலில் வைப்பதன் மூலம், பிறழ்வுகளை அதிகப்படியாக நிகழ்த்த முடியும்.



red-eyed female



red-eyed male



white-eyed male

**பழப்பூச்சிகள்**

1919-ம் ஆண்டு, முல்லர் தன் ஆராய்ச்சியில் இதைக் கையாண்டார். அவர் தன் ஊகம் சரியானது என்று கண்டறிந்தார். வெப்பம் ஏற ஏற பிறழ்வுகளும் அதிகமாயின. ஆனாலும் இதிலிருந்து போதிய அளவு விளக்கங்களைப் பெறமுடியவில்லை. முல்லர் வெப்பத்தை மேலும் அதிகரித்தும் கூட, பிறழ்வுகளின் எண்ணிக்கையை / வாய்ப்புகளை அதிகப்படுத்த முடியவில்லை. அதிக வெப்பத்தில், பழப்பூச்சிகள் இறந்துபோவதற்கும் வாய்ப்புண்டு. அணுக்களிடையே பரபரப்பை ஏற்படுத்தி அவற்றில்/அவற்றுள் அதிகபட்சமாக அசைவை உண்டாக்கி, கலையச் செய்ய, வெப்பத்தைத் தவிர வேறு தூண்டுகோல்கள் உள்ளனவா என்று யோசிக்கலானார்.

இதற்கு, இருபது இருபத்தைந்து ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே எக்ஸ்-ரேக்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்தன.

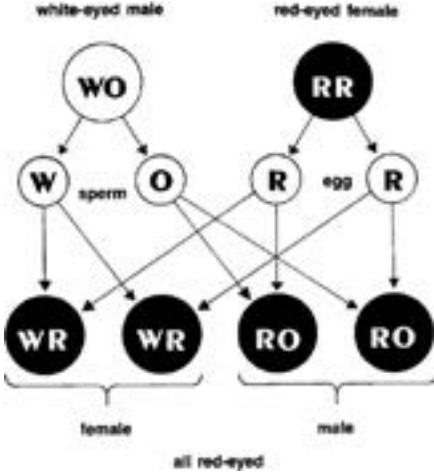
எக்ஸ்-ரே கதிர்கள் மிகுந்த கதிர்வீச்சாற்றல் வாய்ந்தவை. சிக்கலான அமைப்பைக் கொண்ட அணுக்களின் மேல் எக்ஸ்ரே கதிர்வீச்சு விழுந்தால், அது அணுக்களை எளிதாக தவிப்படையச் செய்யும். சில



female

male

**பழப்பூச்சிகளின் குரோமோசோம்கள்**



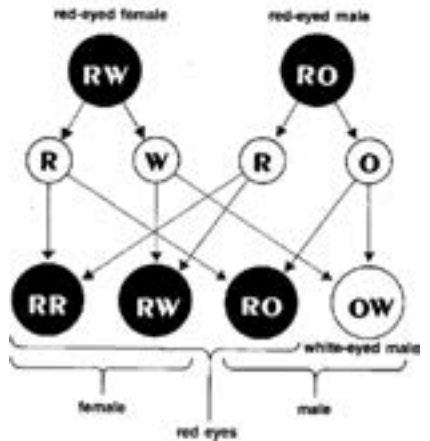
சிவப்புக் கண்களைக் கொண்ட பெண், வெள்ளைக் கண்களைக் கொண்ட ஆண் இவற்றின் கலப்பினம்

எல்லா அணுக்களையும் பாதித்தது. அணுக்களின் மேல் விழுந்ததோ, எக்ஸ்ரே ஒரு குறிப்பிட்ட மரபணு மேல் விழுந்தால், அதை சீர்குலைந்து உடையச் செய்யும். ஆனால், பழப்பூச்சியின் மற்ற பாகங்களும், அணுக்களும், குரோமோசோம்களும் சற்றும் பாதிக்கப்படாமல் இருக்கும். இதன் மூலம், முல்லர் அறிந்தது என்னவென்றால், பழப்பூச்சியின் உயிருக்கு ஆபத்து ஏற்படாமல், எக்ஸ்ரேக்களைக் கொண்டு குரோமோசோம்களின் ஆற்றல் நிலையை மட்டும் உயர்த்தி, பிறழ்வுகளை அதிகமாக நிகழ்த்த

சமயம், தவிப்பு தாங்காமல், அணுக்களின் முழு வரிசையும் சிதறும். இதைவிட மேலும், எக்ஸ்ரேக்கள் ஊடுருவிச் செல்லும் இயல்பு வாய்ந்ததால், பழப்பூச்சிகளுக்குள் இருக்கும் குரோமோசோம்களை நேரடியாகச் சென்று அடையும். வெறும் வெப்பத்தைப்போல பூச்சியின் வெளிப்புறத்தோடு நின்று விடாது.

முல்லர், பிறழ்வுகளை நிகழ்த்த, வெப்பத்திற்கு பதிலாக எக்ஸ்ரேக்களை உபயோகிப்பதில் தீவிரமானார். வெப்பம் குரோமோசோம்களில் இருந்த எக்ஸ்ரேக்கள் அவை எந்தெந்த அவற்றை மட்டுமே பாதித்தன.

F1 cross



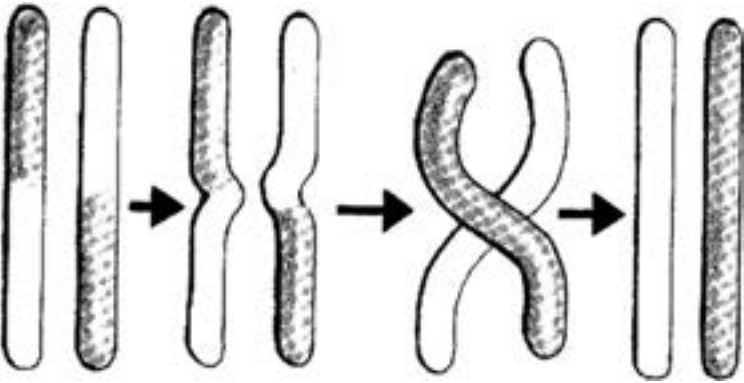
F1 தலைமுறை நபர்களுக்குள் கலப்பினம்

முடியும் என்பதுதான்.

1926ம் ஆண்டின் இறுதிக்குள், முல்லரின் ஊகம் சரிதான் என்பது ஊர்ஜிதமானது. எக்ஸ்-ரேக்கள் அவர் எதிர்பார்த்ததைப் போலவே விளைவுகளை அளித்தன. பிறழ்வுகளின் நிகழ்வுகளும் எண்ணிக்கையும் மிக அதிகமாயின.

இந்தக் கண்டுபிடிப்பு விஞ்ஞானிகளுக்கு ஒரு புதிய பாதையைத் திறந்து வைத்தது. பலவிதமான பிறழ்வுகளை நிகழ்த்தி, அவற்றின் மூலம் குரோமோசோம்களைப் பற்றியும், மரபுவழிப் பண்புகள் ஒரு தலைமுறையிலிருந்து இன்னொன்றுக்கு பரிமாறப்படும் கொள்கைகளைப் பற்றியும் அறிய முடிந்தது. 1946ம் ஆண்டு முல்லர் இதற்கு நோபல் பரிசு பெற்றார்.

முல்லரின் கண்டுபிடிப்பு எக்ஸ்-ரேக்களும், மற்ற ஆற்றல் மிகுந்த கதிர் வீச்சுகளும் ஏன், எப்படி மனிதனை பாதிக்கின்றன என்பதையும் புலப்படுத்தியது. எக்ஸ்-ரேக்கள் குரோமோசோம்களின் செயல்பாட்டை அறவே குலைக்கும் தன்மை வாய்ந்தவை. அதுமுதல், முல்லர் தேவையில்லாமல் எக்ஸ்-ரேக்களை உபயோகிப்பதன் ஆபத்துக்களை விஞ்ஞானிகளுக்கும், பொது மக்களுக்கும் எடுத்துச் சொல்லலானார்.



குரோமோசோம்களின் குறுக்கீடு

இந்த ஆய்வு இயற்கை நிலையில் பிறழ்வுகள் எங்ஙனம் நடைபெறுகின்றன என்பதையும் தெளிவாக்கியது.

உயிர்ஜீவராசிகள் அனைத்தும் ஒவ்வொரு நொடியும் பலதரப்பட்ட ஆற்றல்களுக்கு உள்ளாக்கப்படுகின்றன. அதிமிகுந்த ஆற்றல் வாய்ந்த 'காஸ்மிக் ரேஸ்' என்று சொல்லப்படும் ஆற்றல் துகள்கள் பூமியின் மேல் இடைவிடாது வந்து விழுந்து கொண்டே இருக்கின்றன.

நம்மைச் சுற்றி இருக்கும் கதிர் இயக்க அணுக்கள் பல, ஆற்றல் துகள்களையும் கதிர்வீச்சுகளையும் வெளியிட்டுக்கொண்டே இருக்கின்றன. சூரியனின் கதிர்களும், நம்மைச் சுற்றிக் காணப்படும் சில இரசாயனப்பொருட்களும் இவற்றில் இடம்பெறும். இவை அனைத்தும் மரபணுக்களின் பிறழ்வுகளிலும், பிரிவுகளிலும், பிரதிகள் உருவாக்கப்படும் செயலிலும் குறுக்கிடலாம். மரபணுக்களை உண்டாக்குவதில் வேறுபாடுகளை விளைவிக்கலாம். இவ்வேறுபாடுகள் சமயத்தில் பாதிப்பை ஏற்படுத்துவதாகவும் இருக்கலாம்.

இதன் பொருள் என்னவென்றால், மனித இனத்திலும், ஏன்-சொல்லப்போனால் அனைத்து உயிரினங்களிலும் உள்ள ஒவ்வொரு மரபணுவிலும் பல விதங்கள், தன்மைகள் இருக்கக்கூடும். மரபணுக்கள் ஒரே வகைபட்டன என்ற அனுமானத்திலிருந்து இது நம்மை மற்றொரு, கடினமான சிக்கலான பாதையில் இட்டுச்செல்கின்றது. மரபணு பரிமாற்றமும், பாரம்பரியப் பண்புகளும் இந்த அனுமானத்தின் காரணமாக எழும் ஆய்வுக்கும் சர்ச்சைக்கும் தகுதியுள்ளவை.

மனிதர்களின் பலவிதமான மூக்குகள், காதுகள், உயரம், தலைமுடி, தோல் நிறம், குரல், நடை இவற்றைப் பற்றி யோசிப்போம். இங்ஙனம் பல்வேறு விதங்கள் இருப்பதால் தானே நம்மால் ஒருவரை ஒருவர் குழப்பமில்லாமல் அடையாளம் கண்டுகொள்ளமுடிகிறது.

மேலும், ஒரே ஒரு வகையில் மரபணுக்கள் இருக்கும்படி பிறழ்வுகளே

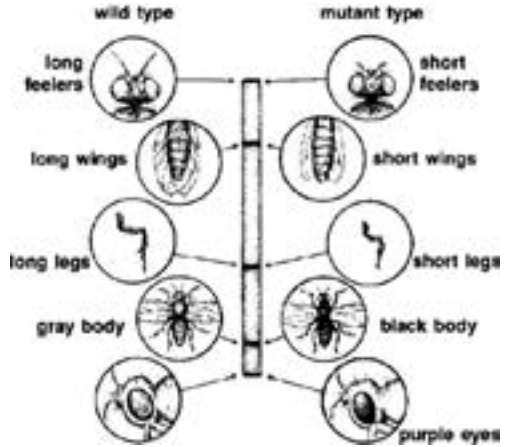


இல்லாமல் இருந்தால், ஒரு இனத்தில் உள்ள அனைத்து நபர்களும்/ உறுப்பினர்களும் ஒரே மாதிரியான தோற்றத்தைக் கொண்டவர்களாக இருப்பார்கள்.

ஒவ்வொரு ஜீவனும், பலவகைப்பட்ட, பல்லாயிரக்கணக்கான மரபணுக்களை தன்னுள் அடக்கியது. இதன் மூலம், இந்த ஜீவன், தன்னை ஒத்த அதே இனத்தைச் சேர்ந்த மற்ற உயிரினங்களிலிருந்து தன்னை வேறுபடுத்திக்கொள்கிறது. ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த விலங்குகளிலும் சில வேகமாக ஓடக்கூடியவையாகவும், சில ஒளிந்து கொள்வதில் சாமர்த்தியம் உடையனவாகவும், மற்றும் பல தன்மைகளில் மாறுபட்டவையாகவும் இருக்கின்றன. இதற்குக் காரணம், ஒவ்வொன்றும் தனிப்பட்ட வகையில் தன்னுடைய மரபணு கூட்டத்தைக் கொண்டதேயாகும்.

இதனால், ஒரே உயிரினத்திலும் சில எளிதாகப் பிழைத்துக்கொள்ளக் கூடியவையாகவும், சில 'நோஞ்சான்' ஆகவும் அமைகின்றன. சில மரபணுக்களும், அவை காரணமாக அமையும் தன்மைகளும் நீண்ட காலப் போக்கில்

அந்த இனத்திற்குப் பயன் அளிப்பதாக, நன்மை அளிப்பதாக அமையும். மற்றும் பல அந்த உயிரினத்திற்குத் தகுந்த வகையில் பயன் அளிக்காமல், அதனை அழிக்கக்கூடியதாகவும் இருக்கலாம்.



பயனில்லாத மரபணுக்கள் கூடிய சீக்கிரத்தில் அந்த இனத்தின் பாரம்பரியத்திலிருந்து

ஒரு எளிமையான மரபணு வரைபடம்: பழப்பூச்சியின் குரோமோசோம்களில் ஒன்றில் சில மரபணுக்களின் நிலையை காட்டுகிறது

மறைந்து விடும். ஏனெனில், அந்த ஜீவனே அதிக நாட்கள் உயிர் வாழ்வதில்லை. ஆனாலும், இப்பண்புகள் அறவே மறைந்துவிடுகின்றன என்று சொல்வதற்கில்லை. அவ்வப்பொழுது, புதிய பிறழ்வுகளில் காணப்படலாம். ஆயினும், அவை நீடிக்கமாட்டா.

பயனுள்ள மரபணுக்கள், அவற்றைக் கொண்ட ஜீவராசிகளை அதிக நாட்கள் உயிர் வாழவும், உடல் ஆரோக்கியம் உடையனவாகவும் இருக்கச்செய்யும். இதனால், அந்த ஜீவராசி, அதிக சந்ததிகளைப் பெற்றெடுக்க வாய்ப்புண்டு. சந்ததிகளும் அந்த மரபணுக்களைப் பெற்று நன்மையடைய வாய்ப்புகள் அமைகின்றன. இதனால், அந்த மரபணுக்கள் மேலும் பரவி , அந்த இனத்திற்குப் பொதுவான மரபணுவாக ஆகிவிடும்.

பயனுள்ள மரபணுக்கள் இனத்தினிடையே அதிகமாகப் பரவுவதையும், பயனில்லாதவை குறைந்துகாணப்படுவதையும் நாம் 'இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கை' என்று அழைக்கிறோம். இயற்கைத் தூண்டுதல்கள் - அதாவது உயிர் பிழைப்பதற்கும், போதிய அளவு உணவு, துணை, பாதுகாப்பு கிடைப்பதற்கும் - உயிரினங்களிடையே மரபணுக்கள் தாமாகவே தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டு பரவப்படுகின்றன.

முக்கால்வாசியான பிறழ்வுகளும் குறைந்த தரத்தைக் கொண்ட மரபணுக்களையே அளிக்கின்றன. சில சமயங்களில் தீங்கு விளைவிக்கக்கூடியவற்றைக் கூட தருகின்றன. இதனால், குறிப்பிடத்தக்க விளைவுகள் ஏதும் இல்லை. பயனுள்ள பிறழ்வுகளே அதிகமாகப் பெருகி, பரவும் தன்மை வாய்ந்தவை.

ஒவ்வொரு வகைத் தாவர இனமும், விலங்கினமும், பிறழ்வுகளையும்,



தேன் கொடிப்பறவைகள்

அதனுள் இயற்கைத் தேர்வுகளையும் அனுபவிக்கின்றது. சிறிது சிறிதாக திடமடைந்து, தன் சூழ் நிலையில் திறமையாக உயிர் பிழைத்து வாழும் நிலையை அடைகிறது. இங்ஙனம் ஏற்படும் மாறுதல்கள், இனத்தின் பண்பிலே மாற்றம் ஏற்படுத்துவதற்கு குறைந்தபட்சம் ஒரு மில்லியன் ஆண்டுகளாவது ஆகும்.

வளைந்த மூக்கைக் கொண்ட Honey Creeper என்று சொல்லப்படும் தேன்கொடிப்பறவை பல ஆயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் இருந்த ஒரு குருவி இனத்திலிருந்தே மாறி வந்ததாகும்.

பரிணாம வளர்ச்சி மிக மெதுவாக, நாம் கண்டறியமுடியாத வகையில் நடைபெறுகிறது. உதாரணத்திற்கு, இன்று காணப்படும் பறவைகளும், பாலூட்டிகளும், ஊறும் பிராணிகளிலிருந்து (reptiles) தோன்றியவையே ஆகும். இன்றைய எலிகளைப் போன்ற தோற்றம் கொண்ட பூச்சி தின்னும் பாலூட்டிகளிடத்திலிருந்தே குரங்குகள், லீமர்கள் மற்றும் மனிதக் குரங்குகள் தோன்றின.

பல மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, பழமையான மனிதக் குரங்குகளைப் போல தோற்றம் கொண்டிருந்த பாலூட்டும் பிராணிகள், பிறழ்வுகளின் மூலமும், இயற்கைத் தேர்வின் மூலமும் பலவகை பிராணிகளாக மாறி, அவற்றில் ஒன்றே இன்றைய நவீன மனிதனாக மாறியிருக்க வேண்டும் என்று இயற்கை விஞ்ஞானிகள் கண்டறிந்திருக்கிறார்கள்.

ஒரு துறவி, ஆசிரியராகப் பணி புரிய வேண்டும் என்று நினைத்து, அதன் தகுதித் தேர்வில் தேர்ச்சியடையாமல் போனதன் விளைவே, அவரைப் பட்டாணிச்செடிகள் வளர்த்து ஆராய்ச்சி செய்யவைத்தது. இதன் மூலம், அவர் பல விஷயங்களைக் கண்டறிந்து பெரிய வகையில் மரபணு ஆராய்ச்சிக்கு அடிக்கல் நாட்டியதே இன்று நமக்கு இத்தகைய முன்னேற்றத்தை தந்துள்ளது.







மக்கள் விஞ்ஞானி ஐசக் அசிமோவ் நமக்கு தெளிவாக ஆர்வமூட்டும் வகையில் கடந்த நூற்றாண்டுகளில் விளக்கப்படாத மரபணுக்களின் உலகத்திற்குள் நம்மை அழைத்துச் சென்று பல விடயங்களை ஆதாரங்களுடன் நமக்கு விவரிக்கின்றார்.

### மரபணு

இந்நூல் க்ரெகொர் மெண்டலின் தாவர வளர்ச்சி பற்றிய ஆய்வின் தகவல்களையும் அதன் தொடர் கண்டுபிடிப்பான மரபணு மாற்றம் மற்றும் நிரப்புகள் பற்றியும் எடுத்துரைக்கிறது. இறுதியாக எக்ஸ்ரேக்களின் உற்பத்தியால் மரபணு மாற்றம் குறித்தும் பரிணாம வளர்ச்சியில் இயற்கை மரபணுவின் மாற்றம் குறித்தும் விளக்குகின்றது.



தூறல் புக்ஸ்

# 69, Pillayar koil street, R.V.Nagar, Jafferkhanpet, Chennai – 600083.  
Ph: 044 24892018, [thoralbooks@gmail.com](mailto:thoralbooks@gmail.com), [www.thoralbooks.com](http://www.thoralbooks.com)

விலை: ரூ.50.00